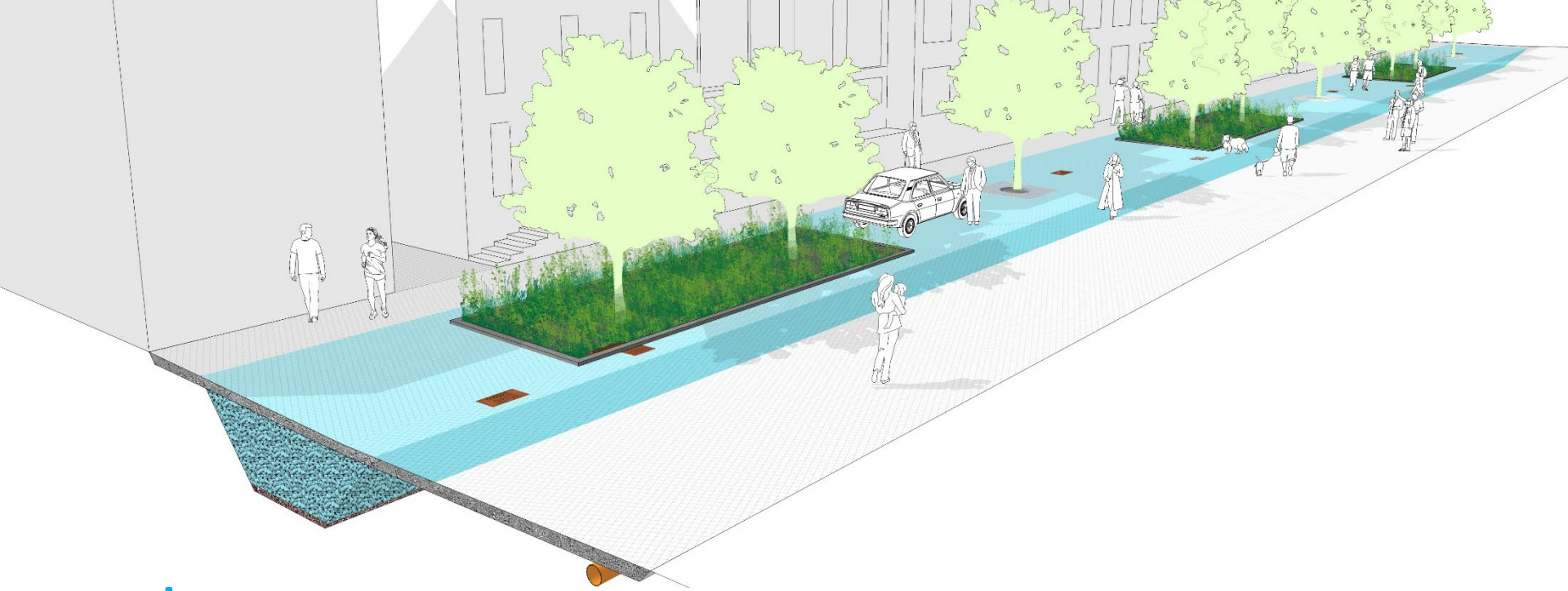


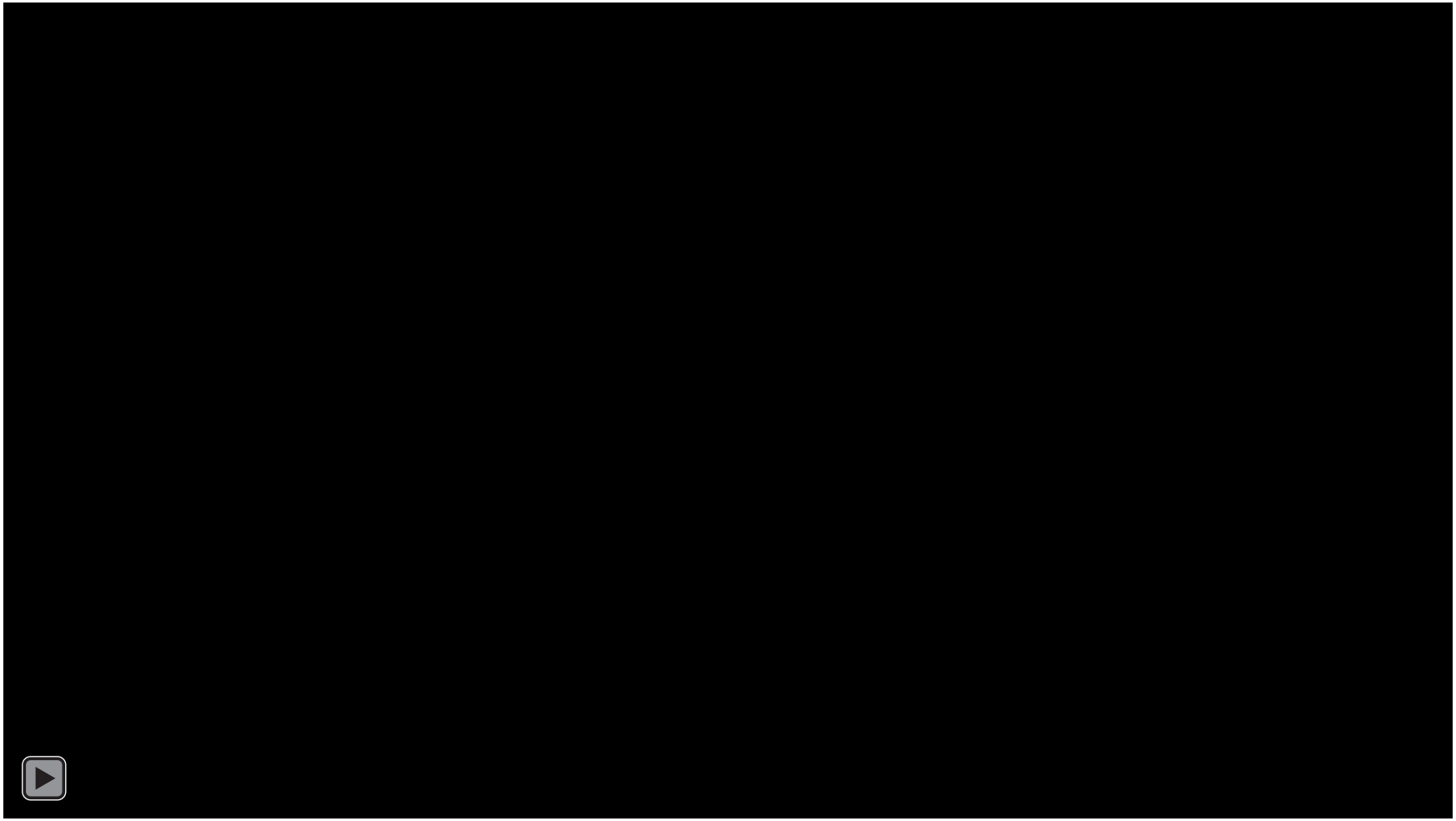
Bluegreengrey

System for livable & resilient scape

edge

Kent Fridell, Edge & SLU

Hur ett extremregn kan se ut!

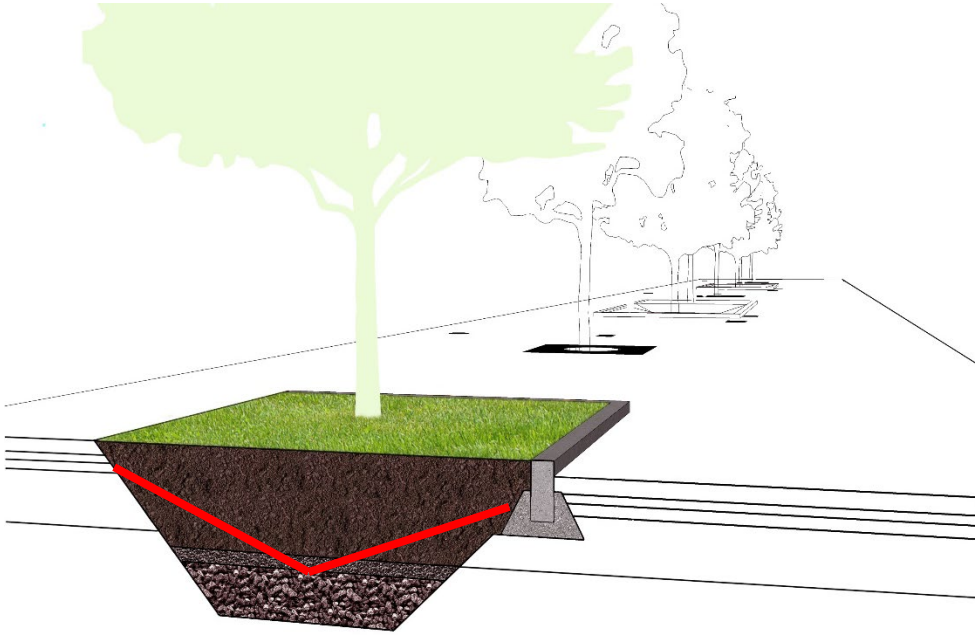


Lake Milltsatt, Austria;
source: https://twistedsifter.com/videos/cloudburst-over-lake-millstatt-austria/

Varför är förutsättningen för vegetation dålig?

Foto: Magnus Nykvist Växjö kommun

Redan begränsade rotutrymme blir oftast ännu mindre vid utförande!



Foton: Björn Embrén

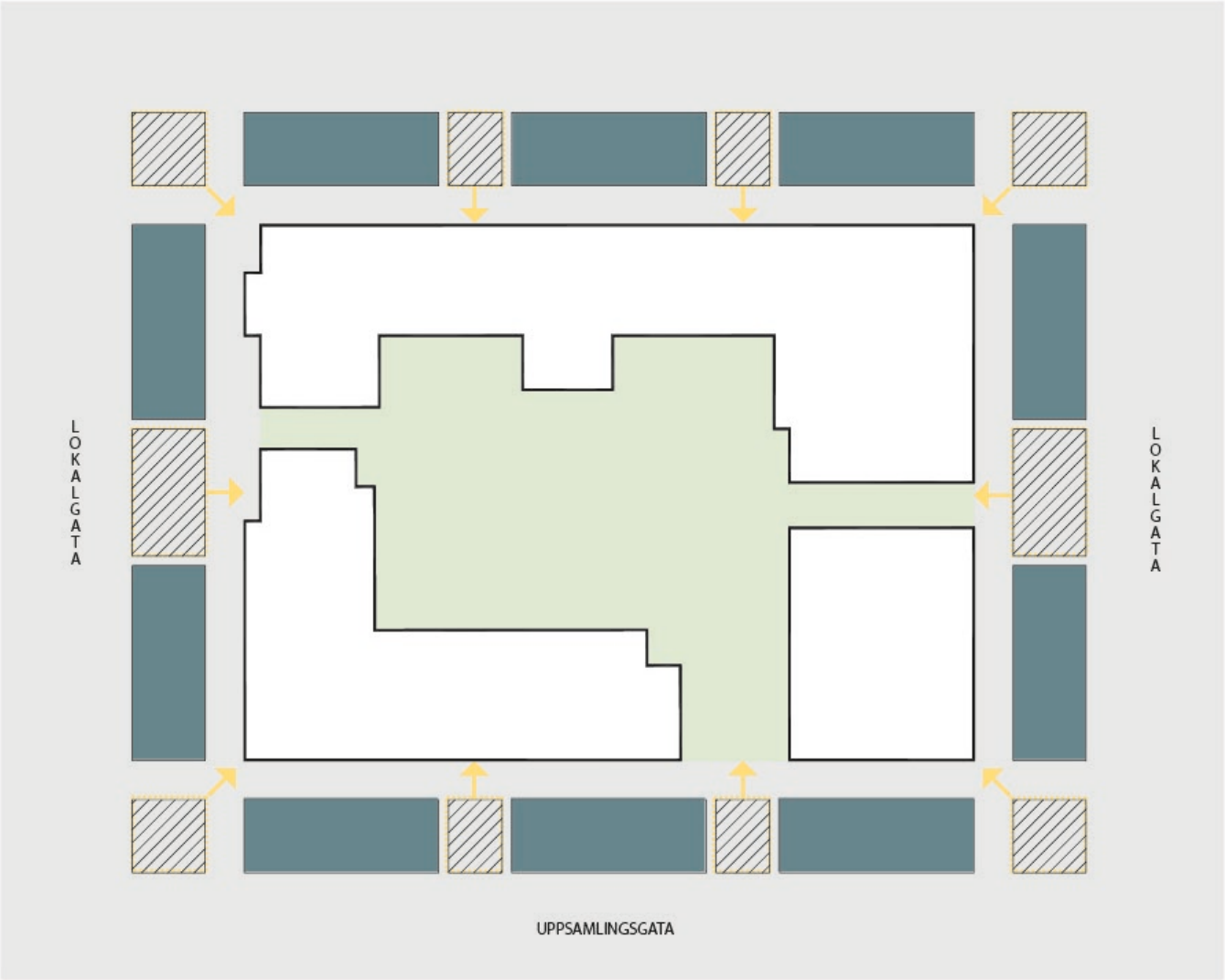
Hur tänkte man här?

Öppet förstärkningslager (ÖF)
Grunden i BGG-systemet!

Öppet förstärkningslager (ÖF)
Makadam: 16-90,2-90, 32-63, 32-90
Porositet: 30-40%

Illustration: Martin Vysoký, Edge

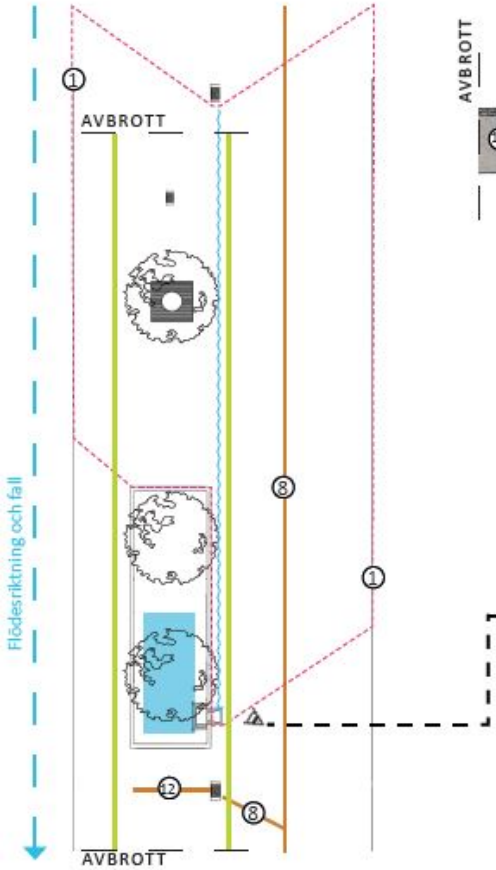
Passager för ledningsstråk

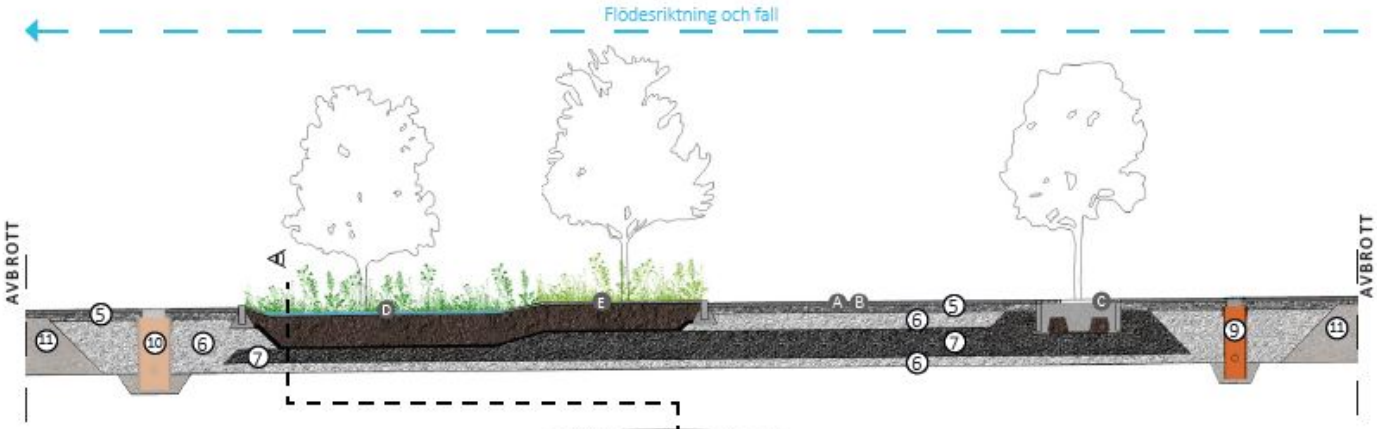


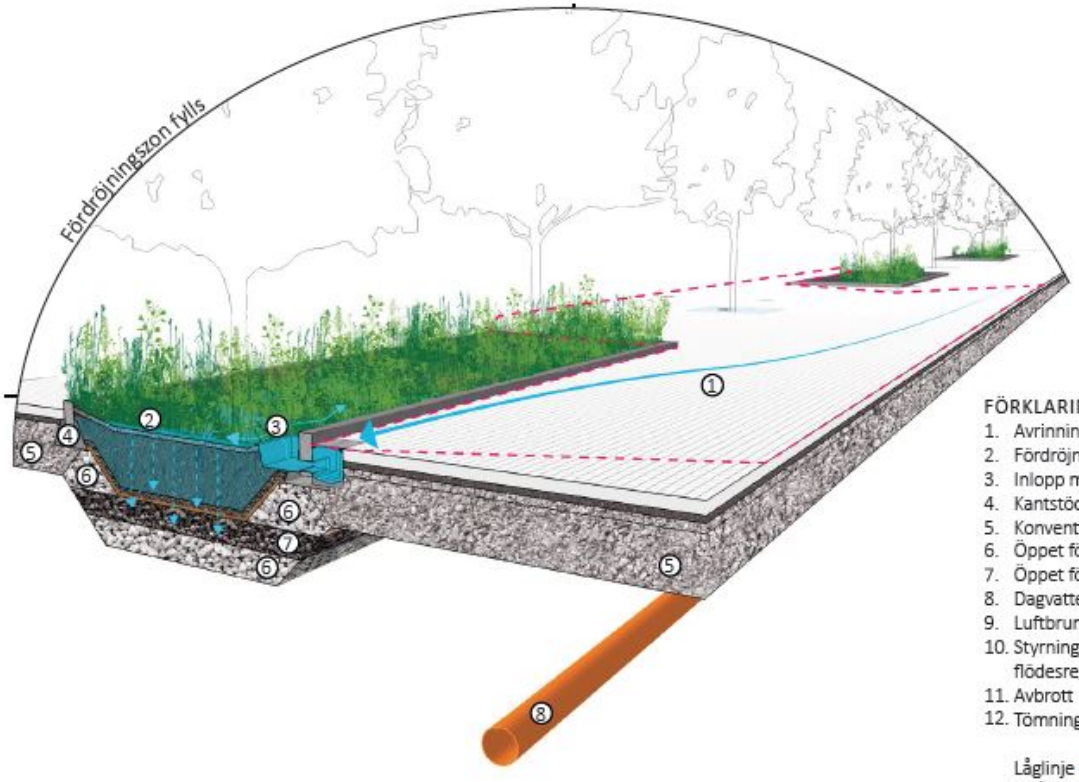
Förslag på placering av stråk med öppet förstärkningslager och avbrott . I avbrotten kan anslutningsledningar → förläggas in till kvartersmark från stamledningar.

Illustration: Hanna Cedervall, Edge

lätt regn (ca: 5mm)







SEKTION
- A Tät hårdgjord yta
- B Dränerande hårdgjord yta
- C Träd i hårdgjord yta
- D Regnbädd
- E Vegetationsyta

FÖRKLARINGSTEXT
1. Avrinningsområde
2. Fördröjningszon i regnbädd
3. Inlopp med sandfångskar
4. Kantstöd med gjutning
5. Konventionell överbyggnad
6. Öppet förstärkningslager
7. Öppet förstärkningslager med biokol
8. Dagvattenstamledning
9. Luftbrunn
10. Styrningsbrunn med flödesreglering
11. Avbrott
12. Tömningsledning/spridningsledning

Låglinje
Stråk av öppet förstärkningslager

Vy
Brunn

edge

Illustration: Martin Vysoký, Edge

större regn (ca: 15mm)

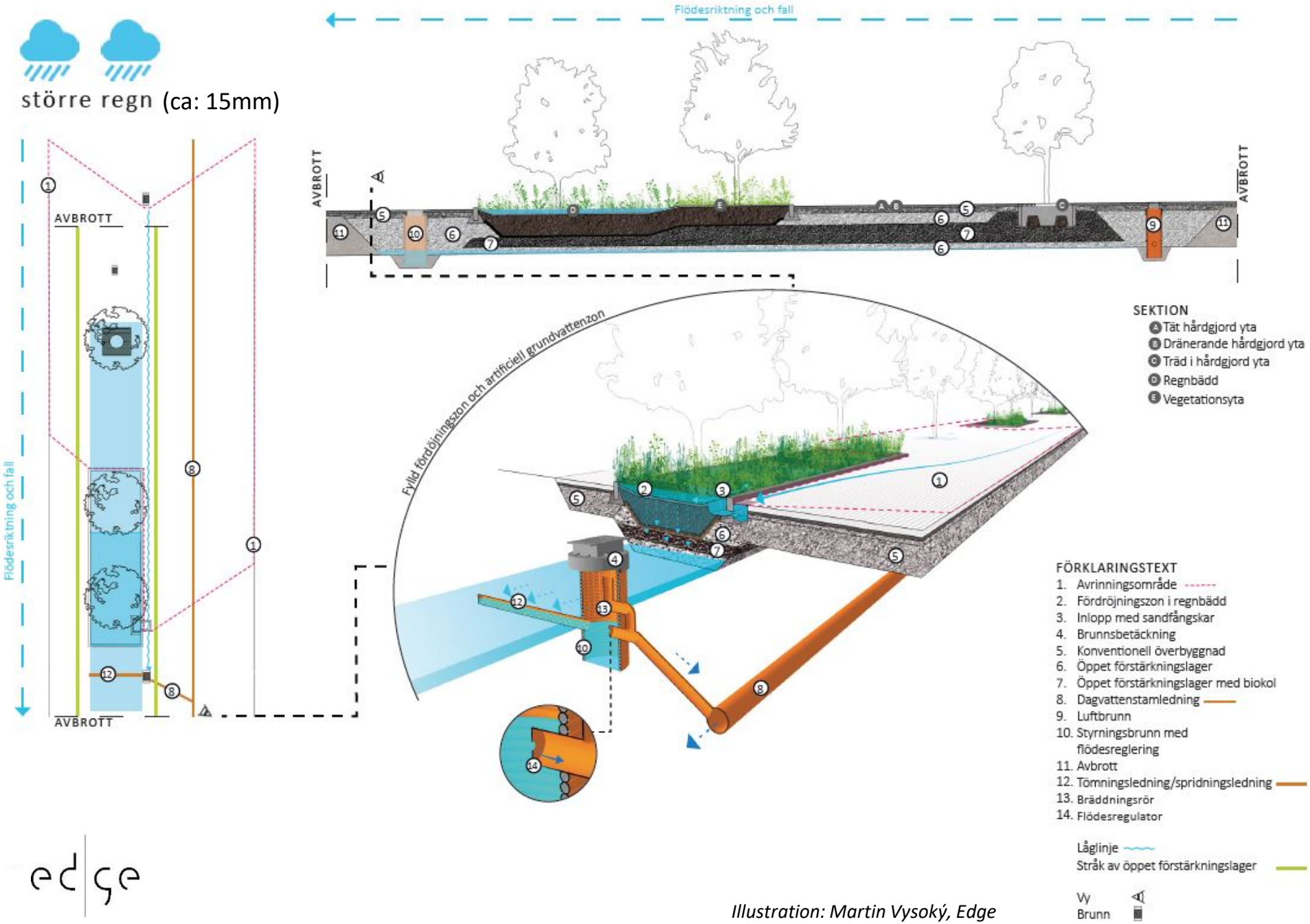


Illustration: Martin Vysoký, Edge

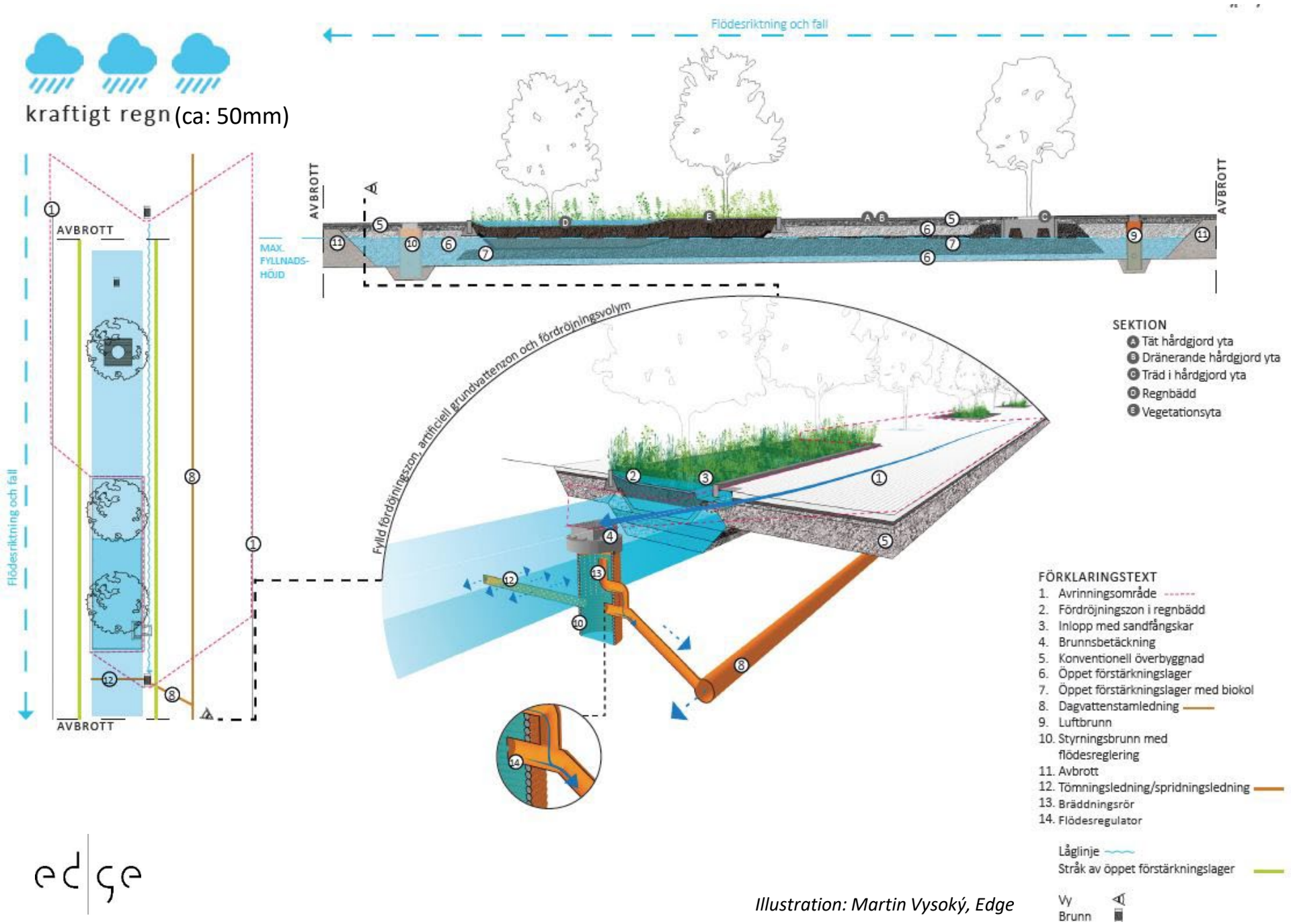
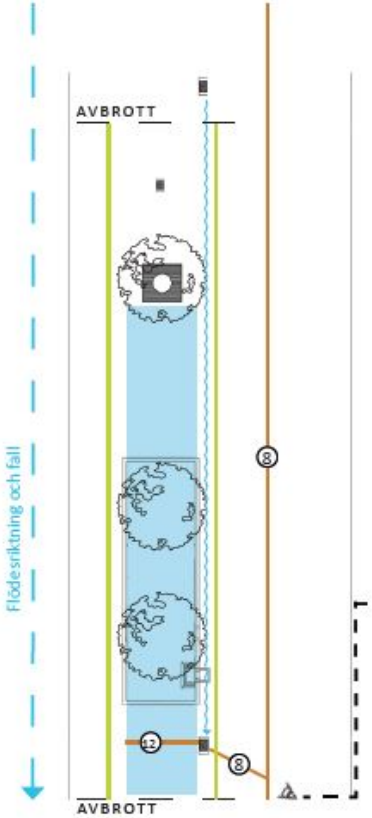


Illustration: Martin Vysoký, Edge

situation efter 24h



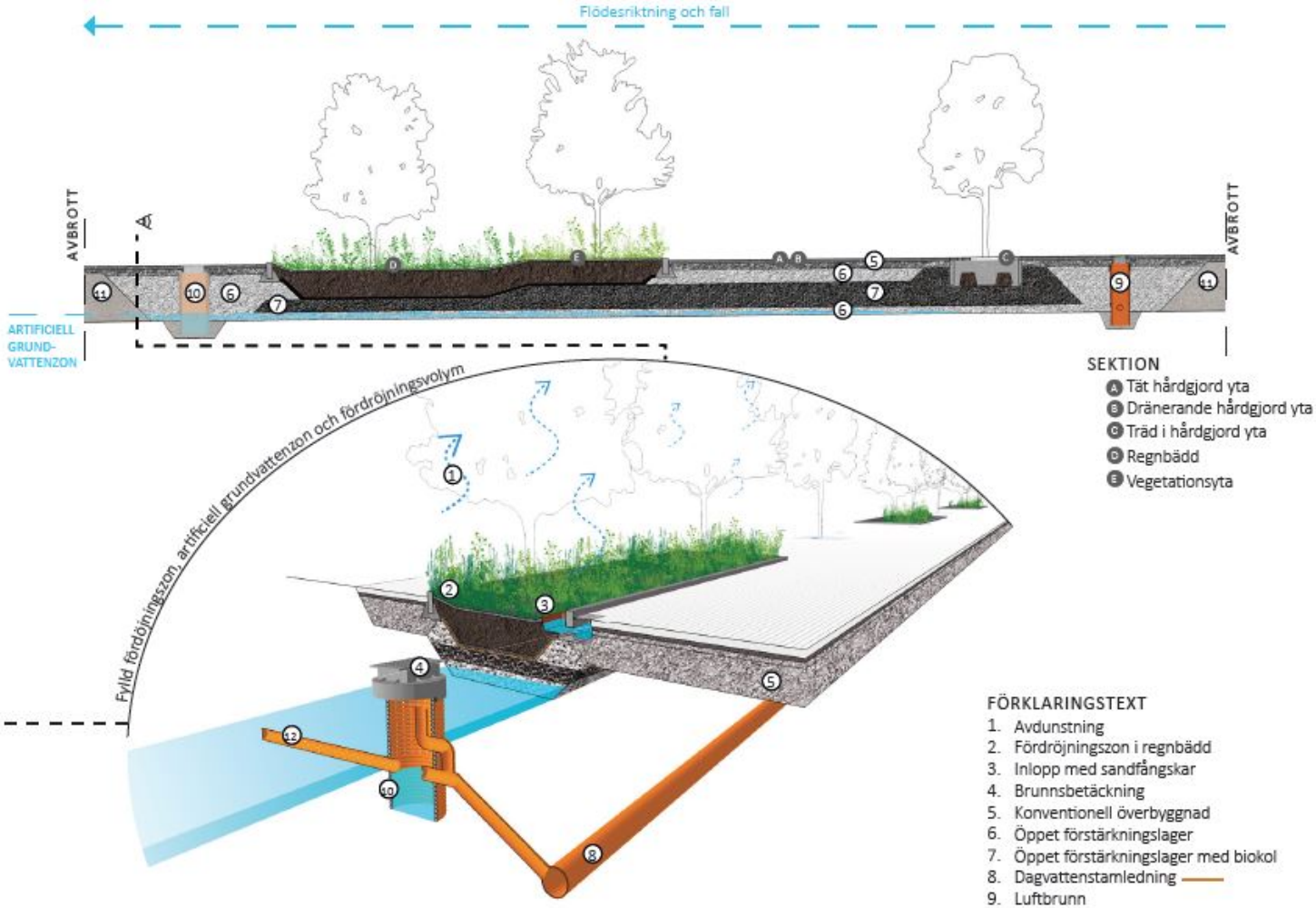
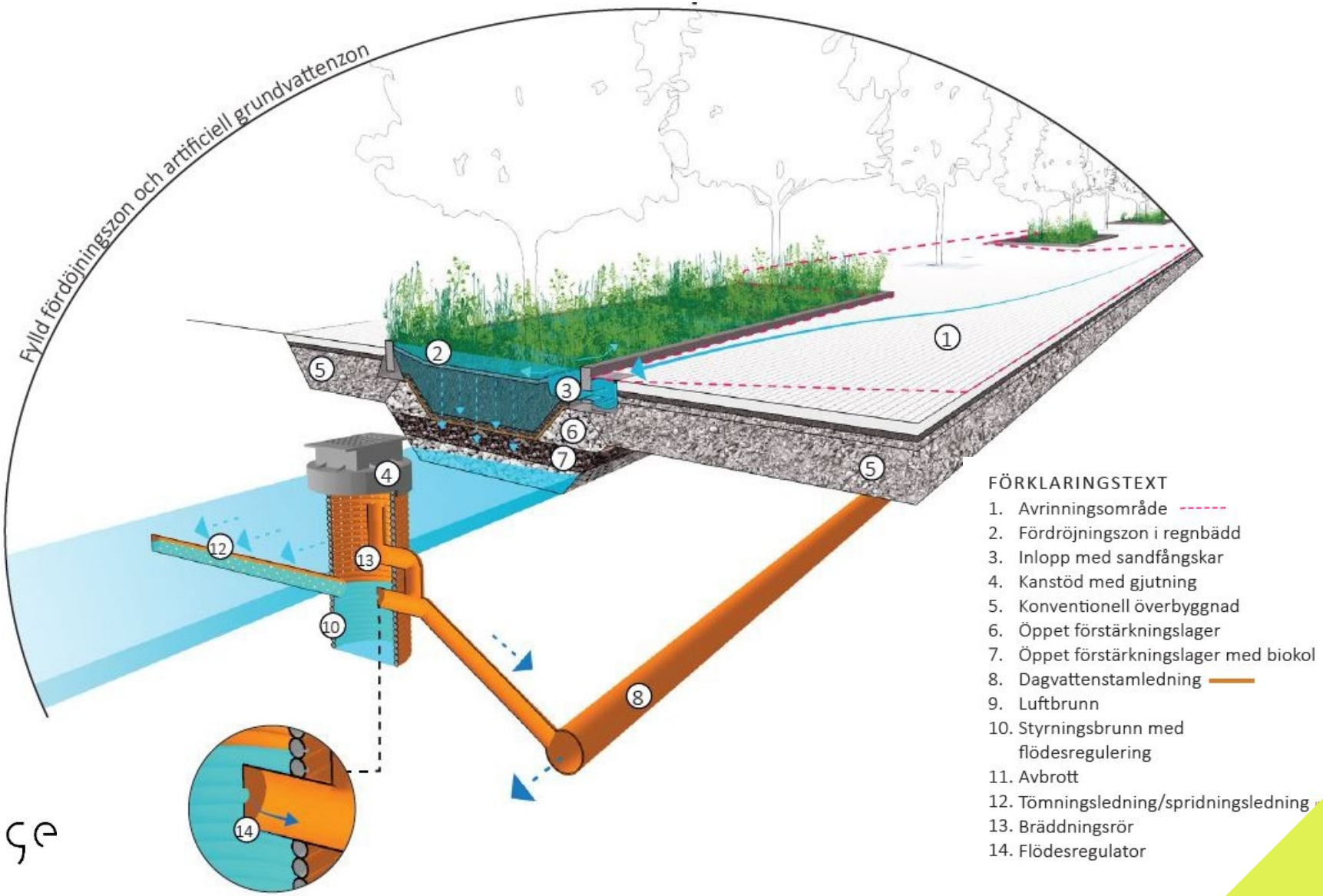


Illustration: Martin Vysoký, Edge

BGG-system för högintensiva regn (extremregn)

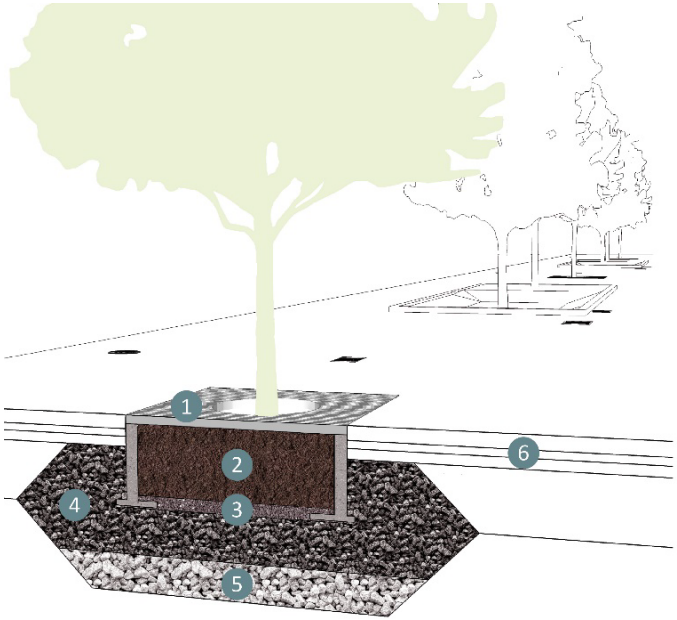


Växjö

Foto: Örjan Stålh

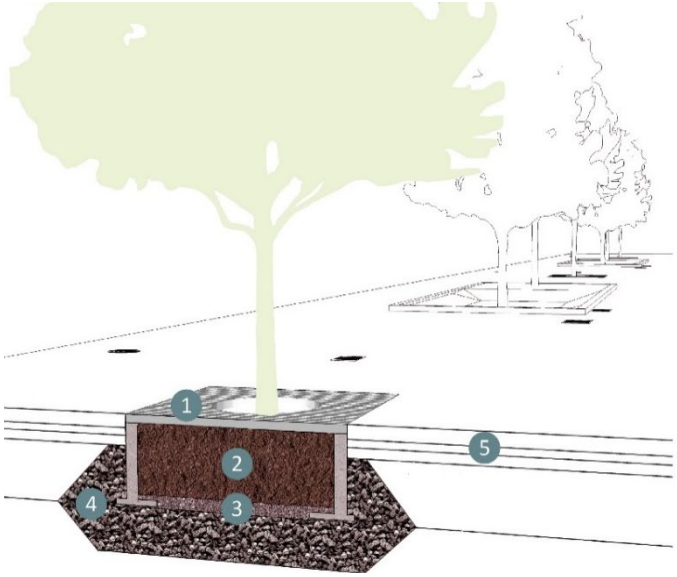
ÖF med Träd i hårdgjord yta

Generellt:
Högre krav



1. Trädgaller
2. Övre växtsubstrat
3. Undre växtsubstrat
4. Öppet förstärkningslager med biokol
5. Öppet förstärkningslager
6. Konventionell överbyggnad

Lägre krav



1. Trädgaller
2. Övre växtsubstrat
3. Undre växtsubstrat
4. Öppet förstärkningslager med biokol
5. Konventionell överbyggnad

Illustration: Martin Vysoký, Edge

Foto: Örjan Stålh

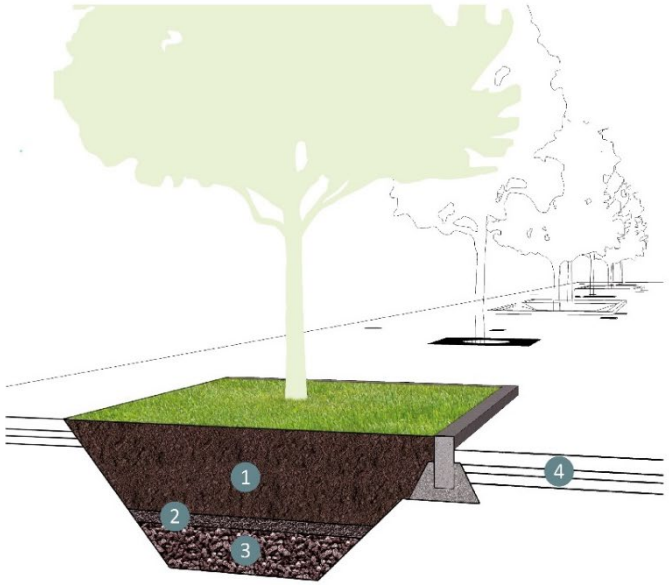
edge

ÖF med Vegetationsyta

Generellt:
Högre krav

1. Övre växtsubstrat
2. Undre växtsubstrat
3. Öppet förstärkningslager
4. Öppet förstärkningslager med biokol
5. Konventionell överbyggnad

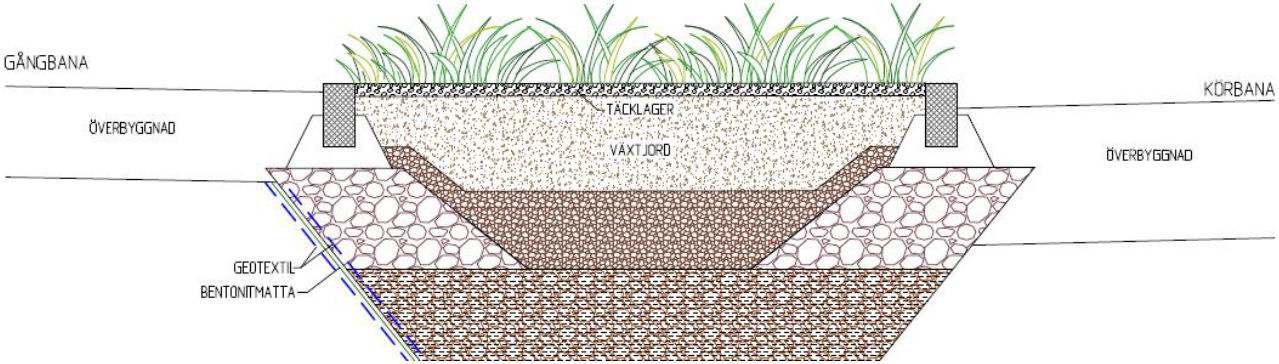
Lägre krav



1. Övre växtsubstrat
2. Undre växtsubstrat
3. Öppet förstärkningslager med biokol
4. Konventionell överbyggnad

Illustration: Martin Vysoký, Edge

ÖF med Plantering

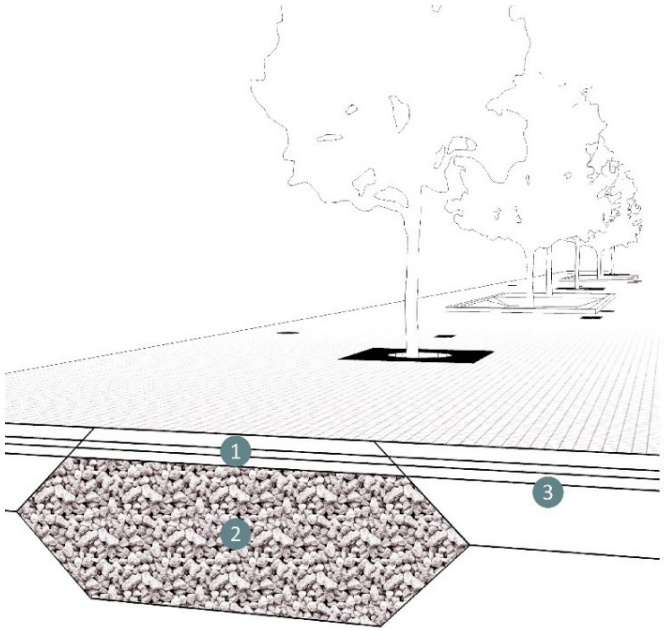


Graz, Österrike

Cykelfartsgata/Open street/Share space

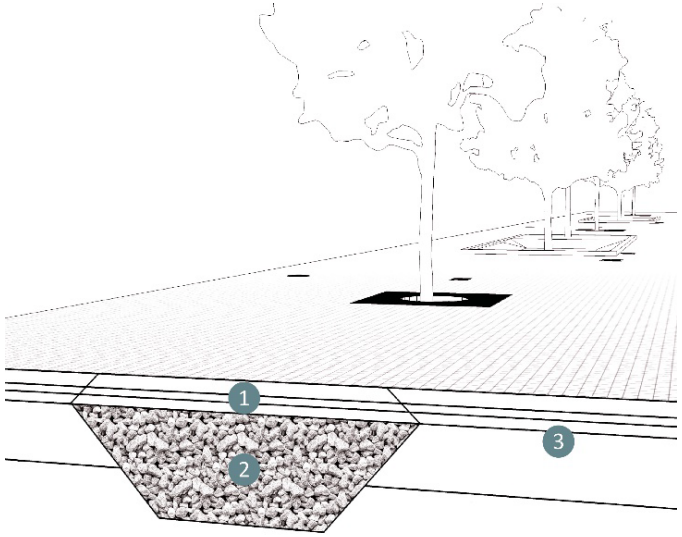
ÖF med Dränerande/tät beläggning

Generellt:
Högre krav



1 Dränerande eller tät överbyggnad
2 Öppet förstärkningslager
3 Konventionell överbyggnad

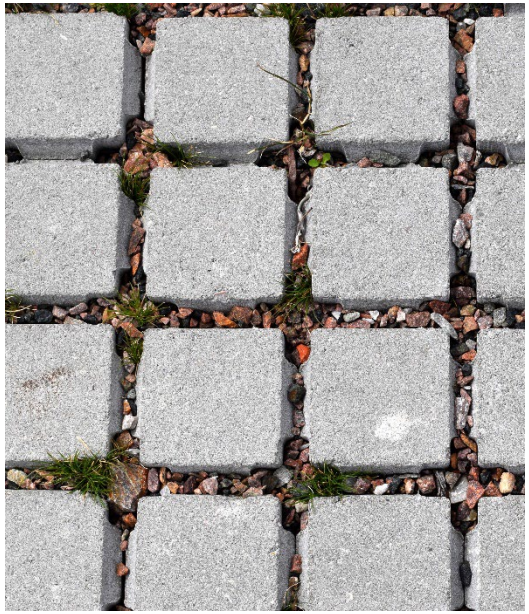
Lägre krav



1 Dränerande eller tät överbyggnad
2 Öppet förstärkningslager
3 Konventionell överbyggnad

Illustration: Martin Vysoký, Edge

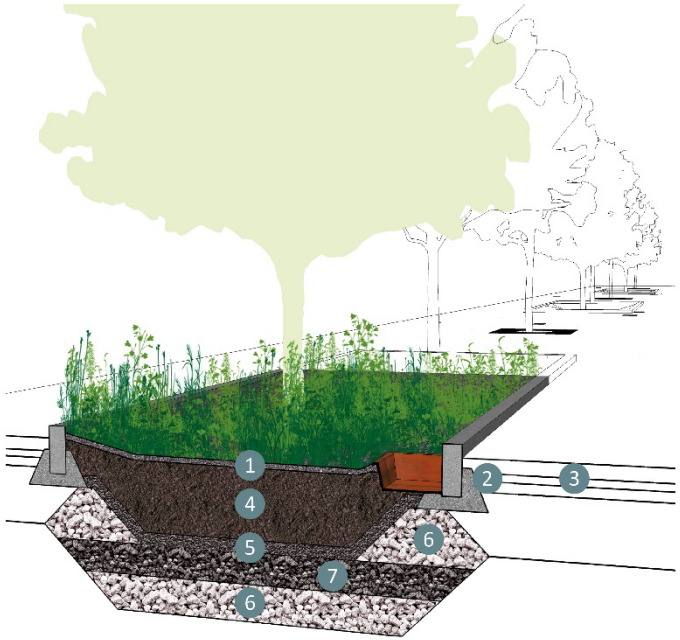
ÖF med Dränerande slitlager, Vellinge



ÖF med Dränerande slitlager, Malmö

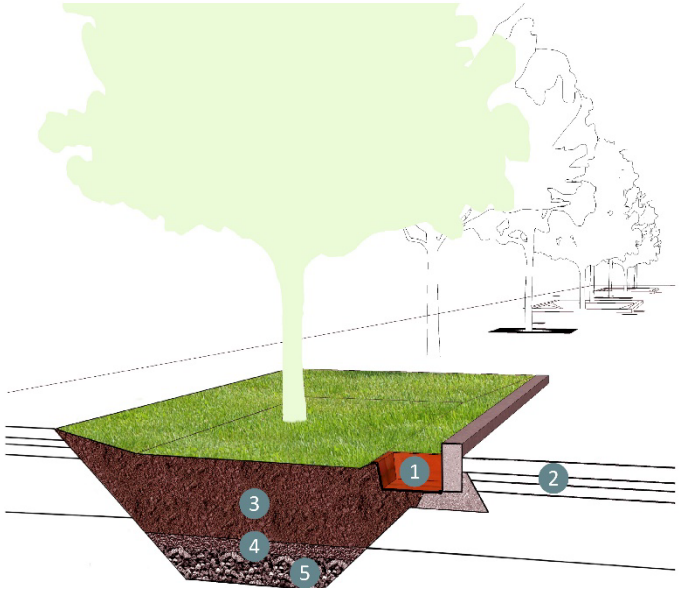
ÖF med regnbädd (nedsänkt plantering)

Generellt:
Högre krav



1. Täcklager
2. Inlopp med sandfångskar
3. Konventionell överbyggnad
4. Övre växtsubstrat
5. Undre växtsubstrat
6. Öppet förstärkningslager
7. Öppet förstärkningslager med biokol

Lägre krav

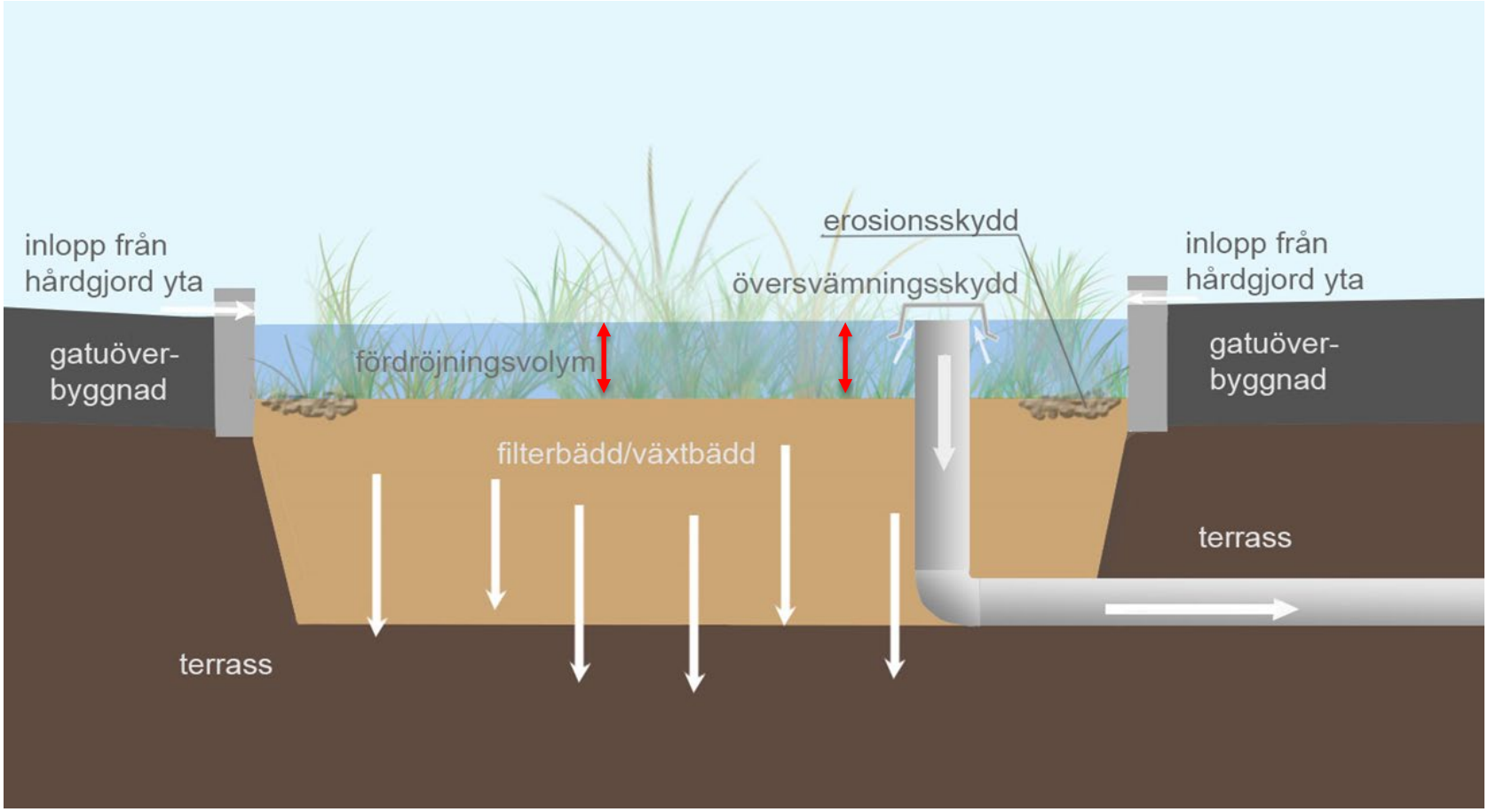


1. Sandfångskar
2. Konventionell överbyggnad
3. Övre växtsubstrat
4. Undre växtsubstrat
5. Öppet förstärkningslager med biokol

Illustration: Martin Vysoký, Edge

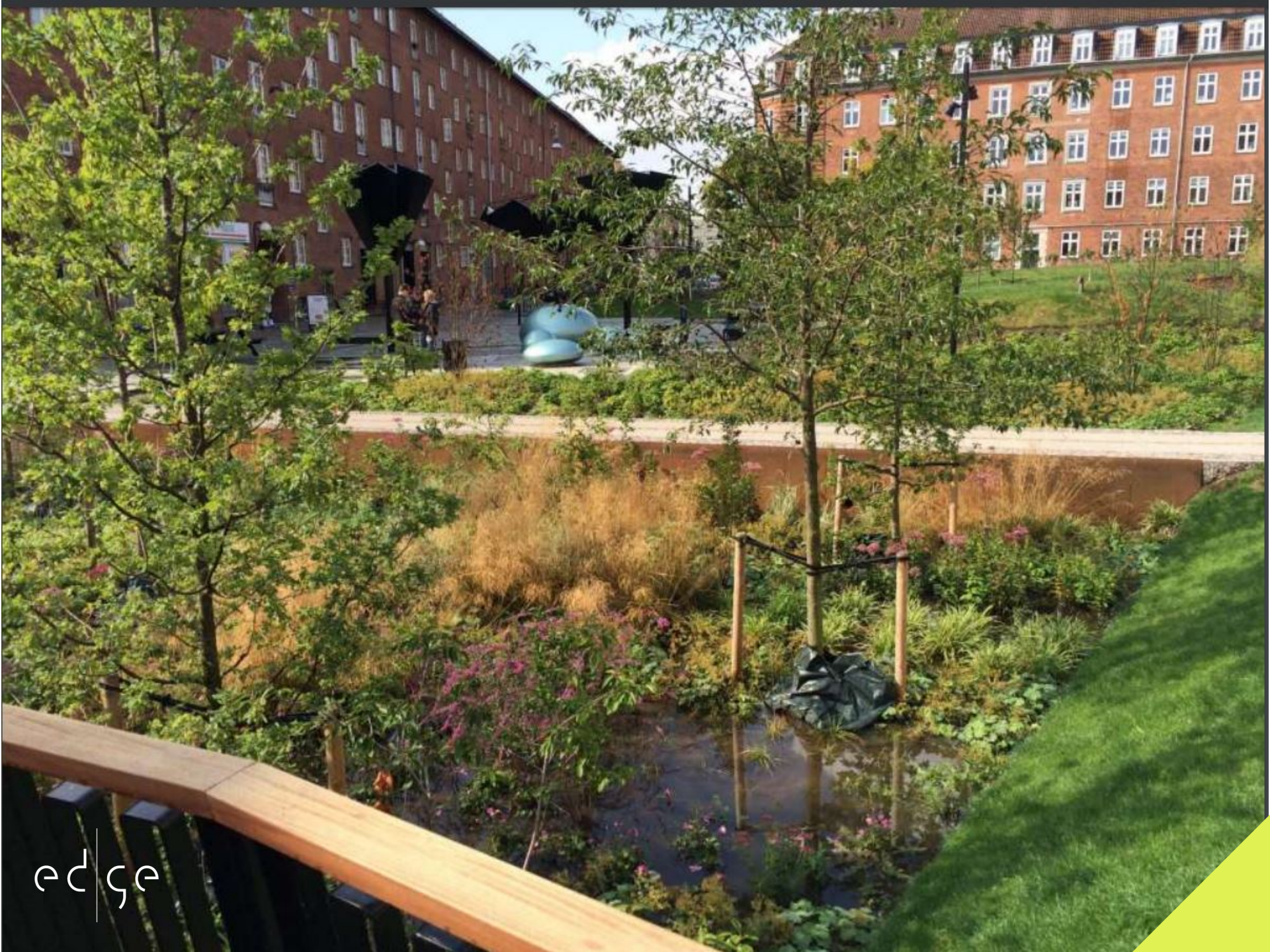
Regnbädd

Definition: Vegetationsbeklädd markbädd med fördröjningszon för infiltrering och behandling av dagvatten.



Figur: Anders Folkesson.

Foto: Rasmus Elleby


edge

Vellinge

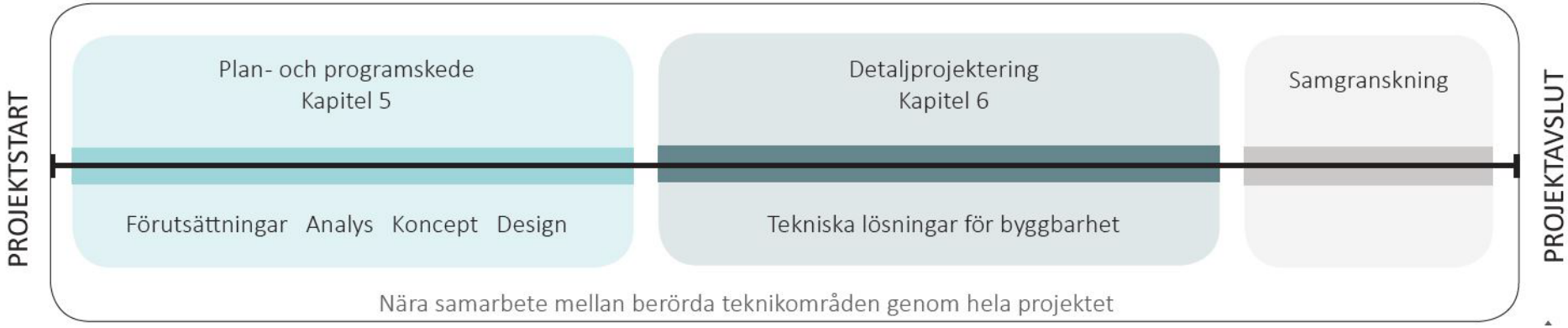
Rundelsgatan, Vellinge

Campus, Vellinge

Graz, Österrike

Levande gaturum – Version 2.0

Programskede & Detaljprojektering



Innehåll

1. Handbokens syfte 6

2. Begrepp och definitioner 8
2.1 Läshänvisningar 9

3. Bakgrund 10

4. BGG-systemets funktioner 14
4.1 Trafikbelastning 14
4.2 Fördröjning av dagvatten 15
4.3 Växtbädd 16
4.4 Rening av dagvatten 16

5. Plan- och programskede 18
5.1 Förutsättningar och mål 18
5.1.1 Snabbanalys 18
5.1.2 Exempel på utförande av snabbanalys 19
5.2 Koncept och Programhandling 20
5.3 Projektvägledning 21
5.4 Lathund 22
5.5 Dagvattenutredning 24
5.5.1 Krav på rening och fördröjning av dagvatten 25
5.6 Geoteknisk undersökning 25
5.7 Ledningskontroll 26
5.8 Projektsamordning och ekonomi 27

6. Detaljprojektering 28
6.1 Inför detaljprojektering 28
6.1.1 Typritningar 28
6.1.2 Ritningar och dokument 29
6.2.3 Höjdsättning 29
6.1.4 Ledningar och konstruktioner 30
6.1.5 Anläggningsprocessen 31
6.2 Öppet förstärkningslager 32
6.2.1 Utbredning 36
6.2.2 Öppet förstärkningslager i AMA 36
6.2.3 Packning av öppet förstärkningslager 36
6.2.4 Placering av sammanhängande stråk 36
6.2.5 Avbrott 38
6.2.6 Styrning av vattenflöde 38
6.3 Konstruktioner i marknivå 43
6.3.1 Tät hårdgjord yta (A) 44
6.3.2 Dränerande hårdgjord yta (B) 44
6.3.3 Träd i hårdgjord yta (C) 46
6.3.4 Regnbädd (D) 48
6.3.4.1 Inlopp 49
6.3.5 Täckt regnbädd 50
6.3.6 Vegetationsyta (E) 52
6.4 Material 54
6.4.1 Makadam till öppet förstärknings-lager 54
6.4.2 Geotextil 55
6.4.3 Biokol 55
6.4.3.1 Biokol och andra jordförbättrande preparat i BGG-system 55
6.4.4 Växtsubstrat 56
6.5 Avvattningsprinciper 57
6.5.1 Perkolation till terrassen 57
6.5.2 Dränering 58
6.5.3 Artificiell grundvattenzon 58
6.6 Komponenter i BGG-system 58
6.6.1 Styrningsbrunnar 58
6.6.2 Luftdagvattenbrunnar 59
6.6.3 Luftbrunnar 59
6.6.4 Placering av brunnar 59
6.6.5 Dagvattentunnlar 59
6.6.6 Brunnsfilter 59
6.7 Vegetation för BGG-system 60
6.7.1 Etablering 62
6.8 Utmaningar 64

7. Dimensionering 66
7.1 Dimensionerande flöde 66
7.2 Tömningshastighet 67
7.3 Fördröjningsvolym 67
7.3.1 Beräkningsexempel: magasin 67
7.3.2 Beräkningsexempel: fördröjningszon 68
7.4 Växtbäddsvolym 68
7.4.1 Beräkningsexempel: växtbäddsvolym 68
7.5 Reningsgrad 68

8. GIS för BGG-system
8.1 Geografisk information 69

9. Referenser

Bilagor

1. Utförandebeskrivningar
2. Drift- och underhållsmanual
3. Grävningsmanual
4. Komponent- och materiallista

Bilaga 1. Utförandebeskrivning

3.12 Oppet förstärkningslager med växtbäddsförbättrande material (lager 2)

Under framtida växtbäddar ska det öppna förstärkningslagret vara blandat med 15 vol% växtbäddsförbättrande material som t.ex biokol, pimpsten och kompost. Materialet ska blandas innan utläggning. Mellan sjok med växtbäddsförbättrande material längsled används motsvarande fraktion makadam utan inblandning till samma höjd (visas ej i illustration).
Ett lager av makadam 32/63 eller 32/90, med och utan växtbäddsförbättrande material, läggs ut med max 300 mm tjocklek och packas genom minst 8 överfarter med vibroplatta över 400 kg.

- Öppet förstärkningslager: DCB.219

1 Öppet förstärkningslager med växtbäddsförbättrande material

Utläggning av öppet förstärkningslager med biokol.

Utläggning av öppet förstärkningslager med biokol där terrassen har tätats med bentonitmatta.

Figur 6. Utläggning av öppet förstärkningslager där vegetationsytor ska anläggas.

Bärlager

Anläggning av bärlager på alla ytor som ska bli hårdgjorda i framtiden.

- Obundet bärlager: DCB.312, DCB.313
- Bundet bärlager: DCC.21111 & DCC.31111

...sandfångskar eller ...8/11 eller med trögflytande betong i ...band med gjutning av kantstödet. Dess överkant ska när anläggningen är klar vara 50 mm under gatans nivå vid inloppet.

- Bygel: DEC.5
- Sandfångskar: DEK.92
- Inloppsbetäckning: DED.2
- Kapning av kantstöd för inlopp: BEE.222
- Spygatt: PDB.9

Foto. Sandfångskar med byge...

Inlopp till regnbädd med linjeavvattningsenhet och sandfångskar

Exempel på inloppsplatta som trycks ner i asfalten vid inloppet till regnbädden.

1 Kantstöd
2 Gjutning
3 Inlopp
4 Sandfångskar

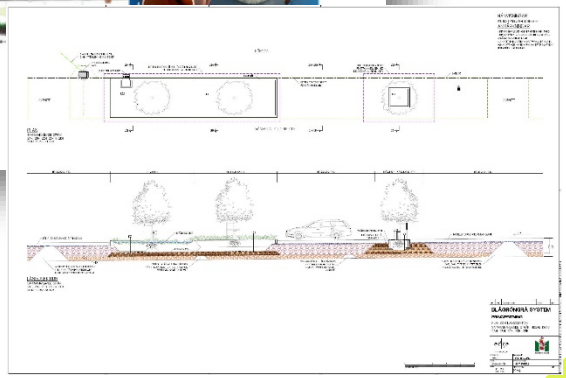
Figur 9. Gaturummet har försetts med bärlager och inlopp samt sandfång.

edge

Bilaga 2
Drift- och underhållsmanual för BGG-system
- instruktioner för drift och underhåll av Blågröngrå system i gaturum

Bilaga 3
Grävningsmanual för BGG-system
- instruktioner för grävning i eller nära Blågröngrå system i gaturum

edge
Bilaga 4
Komponent- och materiallista för BGG-system
- förslag på material och produkter



edge

Snabbanalys

Höjdsättning:

Fråga: Är markens lutning >5% eller <5%?

Svar: >5%, Specialkonstruktion av öppet förstärkningslager krävs, alternativt kan enskilda konstruktioner anläggas.
Svar: <5%, ett sammanhängande stråk med öppet förstärkningslager kan anläggas.

Utrymme i plan:

Fråga: Finns det en bredd att tillgå i plan för att anlägga ett öppet förstärkningslager och ev. vegetationsyta som är för Högre kravnivå >2,5m och för Lägre kravnivå >2m?

Svar: Uppfylls ej ovan finns inte förutsättningar för att skapa ett BGG-system.

Låglinjer och lågpunkter

Fråga: Ligger låglinjer och lågpunkter i anslutning till plats för planerat stråk med öppet förstärkningslager?

Svar: Sammanfaller dessa ej med planerat stråk är det generellt sett ej möjligt att anlägga ett BGG-system.

Kravnivå:

Fråga: Vilken sammanvägd generell kravnivå finns för aspekter som fördröjning, rening, drift, bärighet, estetik och växtbäddar - Är kravnivån generellt högre eller lägre?

Svar: Följ respektive generell kravnivå vid granskning av utrymme.

Utrymme i tvärsektion:

Fråga: Finns det ett djup att tillgå för att anlägga ett öppet förstärkningslager på för Högre kravnivå >1,2m och för Lägre kravnivå >0,8m?

Svar: Uppfylls ej ovan finns inte förutsättningar för att skapa ett BGG-system.

Befintliga träd:

Fråga: Finns träd inom stråk för planerat BGG-system som ska bevaras?

Svar: Vid befintliga träd som ska bevaras - Finns det möjlighet att leda stråket/vattenflödet förbi dessa?

Generellt högre krav

Fördröjning: Omhändertagande av minst det dimensionerande regnet. Fördröjning enl. P110. 10-30 årsregn
Rening: Generell reningsgrad på ca 70-80%
Bärighet: Minst TK2 / BK1
Växtbäddsegenskaper: Större förmåga att hålla vatten och näring. Större växtbäddsvolymer. Högre krav på vitalitet hos vegetation.
Estetik: Exempelvis kantstöd av granit, undervegetation buskar och perenner
Drift och underhåll: Högre säkerhet mot driftstörningar som högre krav på komponenter i brunnar och inlopp. Täcklager kan utvecklas på alla vegetationsytor.

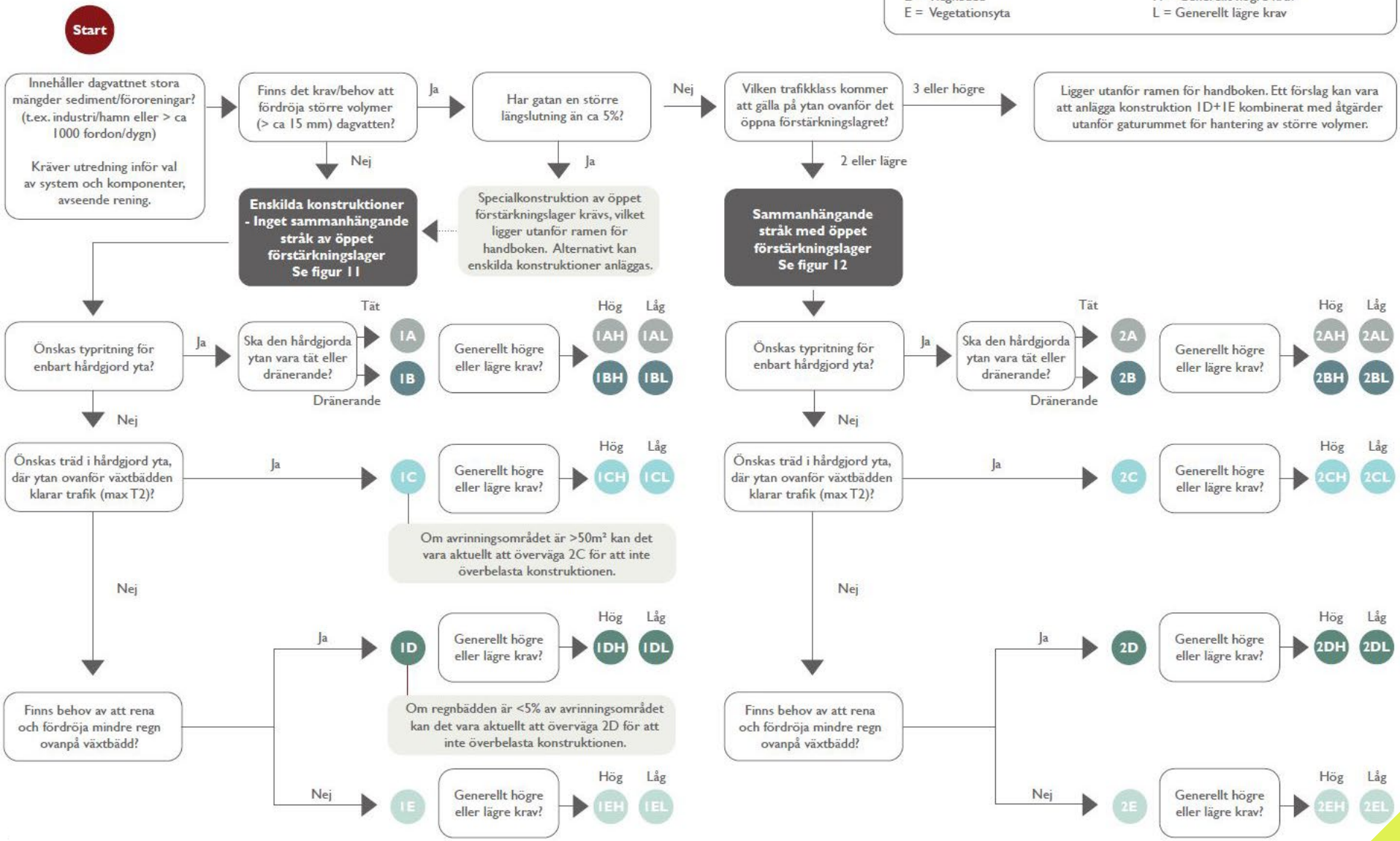
Generellt lägre krav

Fördröjning: Omhändertagande av minst det dimensionerande reningsregnet. 1-2 årsregn
Rening: Generell reningsgrad på ca 40-50%
Bärighet: Upp till TK2 / BK1
Växtbäddsegenskaper: Mindre förmåga att hålla vatten och näring. Mindre växtbäddsvolymer. Lägre krav på vitalitet hos vegetation.
Estetik: Exempelvis kantstöd av betong, undervegetation gräsyta med eventuellt inslag av buskar
Drift och underhåll: Normal säkerhet mot driftstörningar och krav på komponenter i brunnar och inlopp.

edge

Lathund för utformning av BGG-system

Förklaringar:
A = Tät hårdgjord yta
B = Dränerande hårdgjord yta
C = Träd i hårdgjord yta
D = Regnbädd
E = Vegetationsyta
1 = Enskilda konstruktioner
2 = Konstruktioner på sammanhängande stråk av öppet förstärkningslager
H = Generellt högre krav
L = Generellt lägre krav



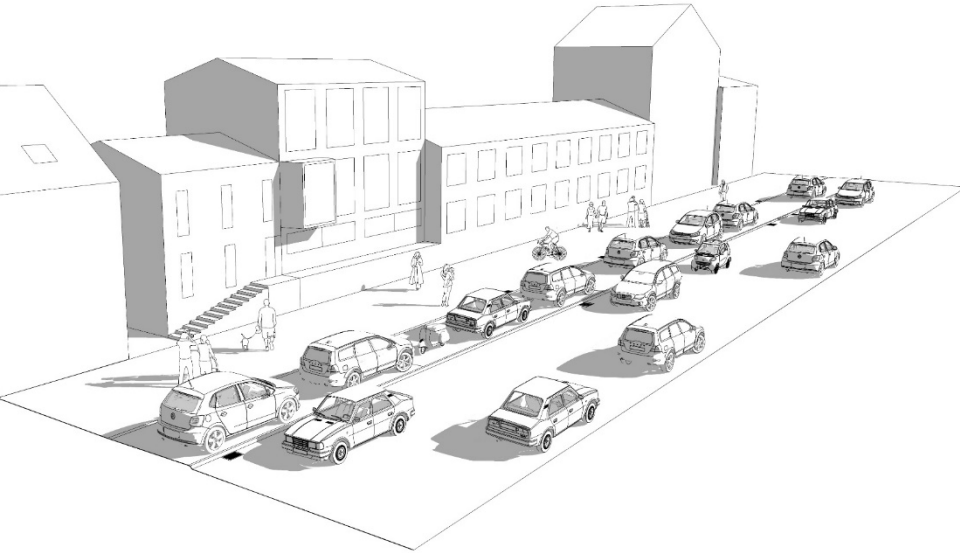
edge

Gammalt konventionellt

Effekt på trafikklass

Blågröngrå-system

Gaturum för bilar



Gaturum för människor

Trafikklass 2

(1 buss var 3:e min)

100% hårdgjord yta

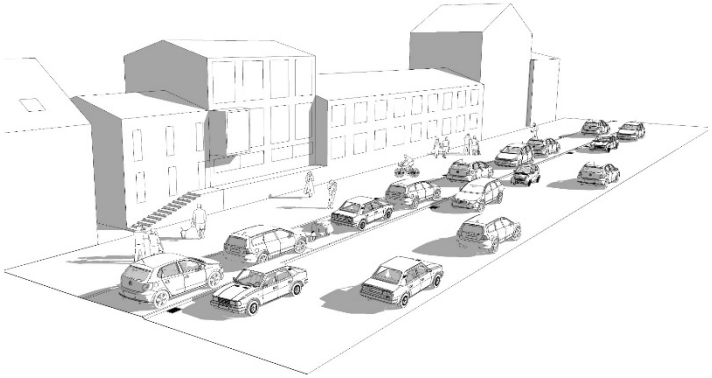
Trafikklass 2

(1 buss var 3:e min)

95% hårdgjord yta 5% vegetation

edge

Gammalt konventionellt Effekt på Globalmål Blågröngrå-system

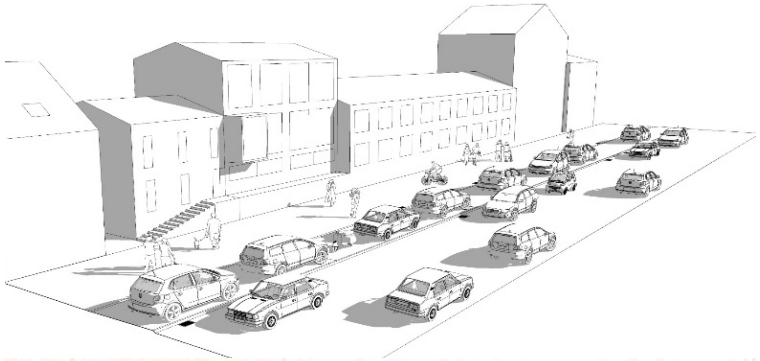


0

edge

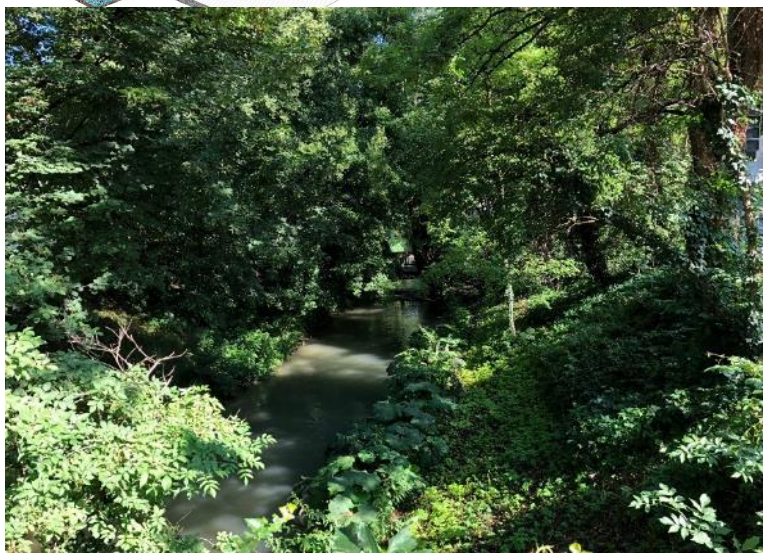
Effekt på flöde

Gammalt konventionellt



Ca: 250 l/s ha

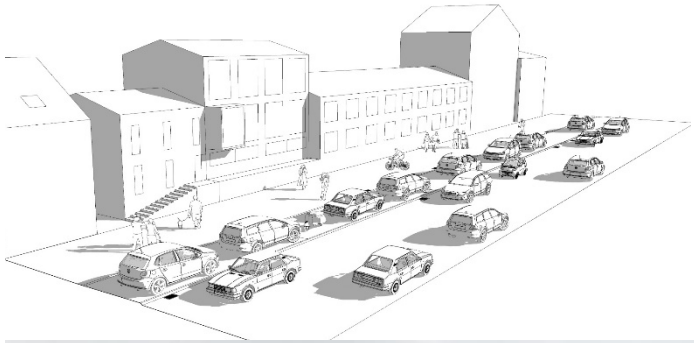
Blågröngrå-system



Från 5-30 l/s ha
Inkl. f_c 1,25

Effekt på volym

Gammalt konventionellt



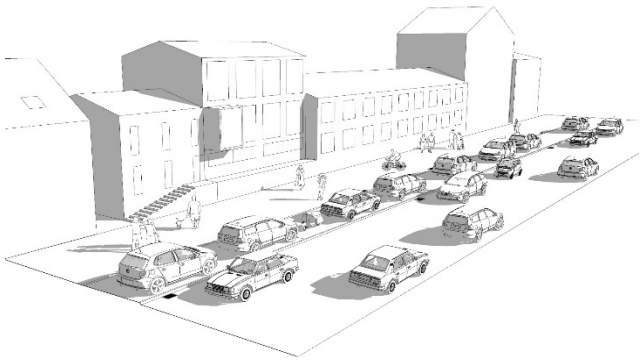
2-10 årsregn
0 mm?

Blågröngrå-system

Från 30 årsregn
40-100 mm
(inkl. halva takyta)

Erfarenhet & driftsäkerhet

Gammalt konventionellt



Blågröngrå-system

50-100 års erfarenhet & kunskap kring drift

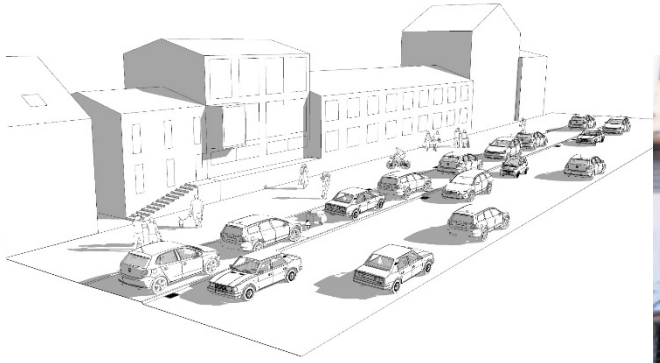
5-20 års erfarenhet & kunskap kring drift

edge

Gammalt konventionellt

Möjlig effekt på värme och energi

Blågröngrå-system

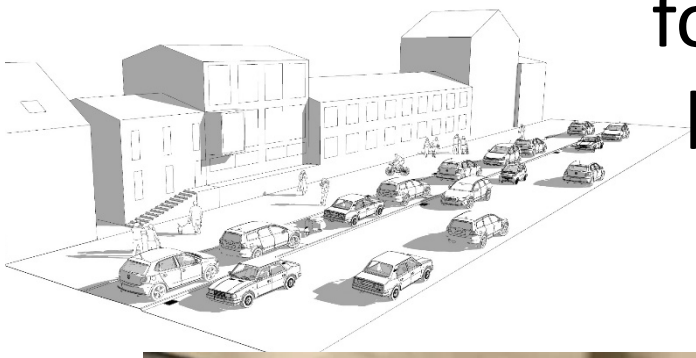


Figurer: Greenpeace

edge

Möjlig effekt på förorenings-belastning

Gammalt konventionellt



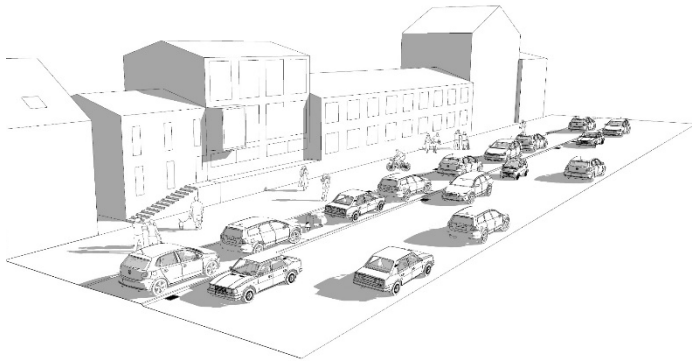
Blågröngrå-system

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH	BaP
Reningseffekt [%]	65	40	80	65	85	85	55	75	80	80	70	85	85

Reningsnivåer för en regnbädd

Möjlig effekt på CO_2 med biokol

Gammalt konventionellt



Blågröngrå-system

0

Lokalgata (bredd 10-12 m, 1 stråk):

- **15-30 ton CO_2e** / 100 lpm gaturum
- **150-300 ton CO_2e** / ha gaturum

Uppsamlingsgata (bredd 22m, 2 stråk)

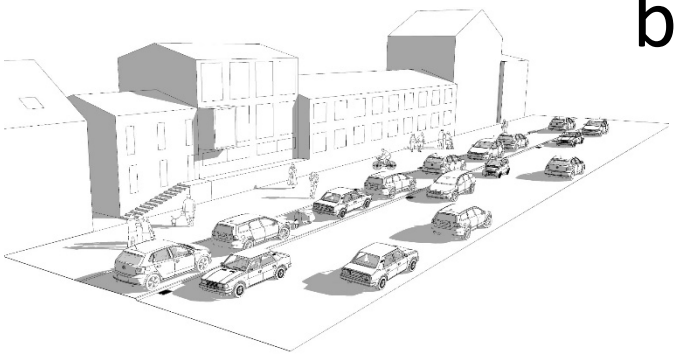
- **40-60 ton CO_2e** / 100 lpm gaturum
- **180-270 ton CO_2e** / ha gaturum

OBS! Trädens upptag ej inräknat!

edge

Effekt på växt-bäddsvolym

Gammalt konventionellt



Ca: 1 m³/träd

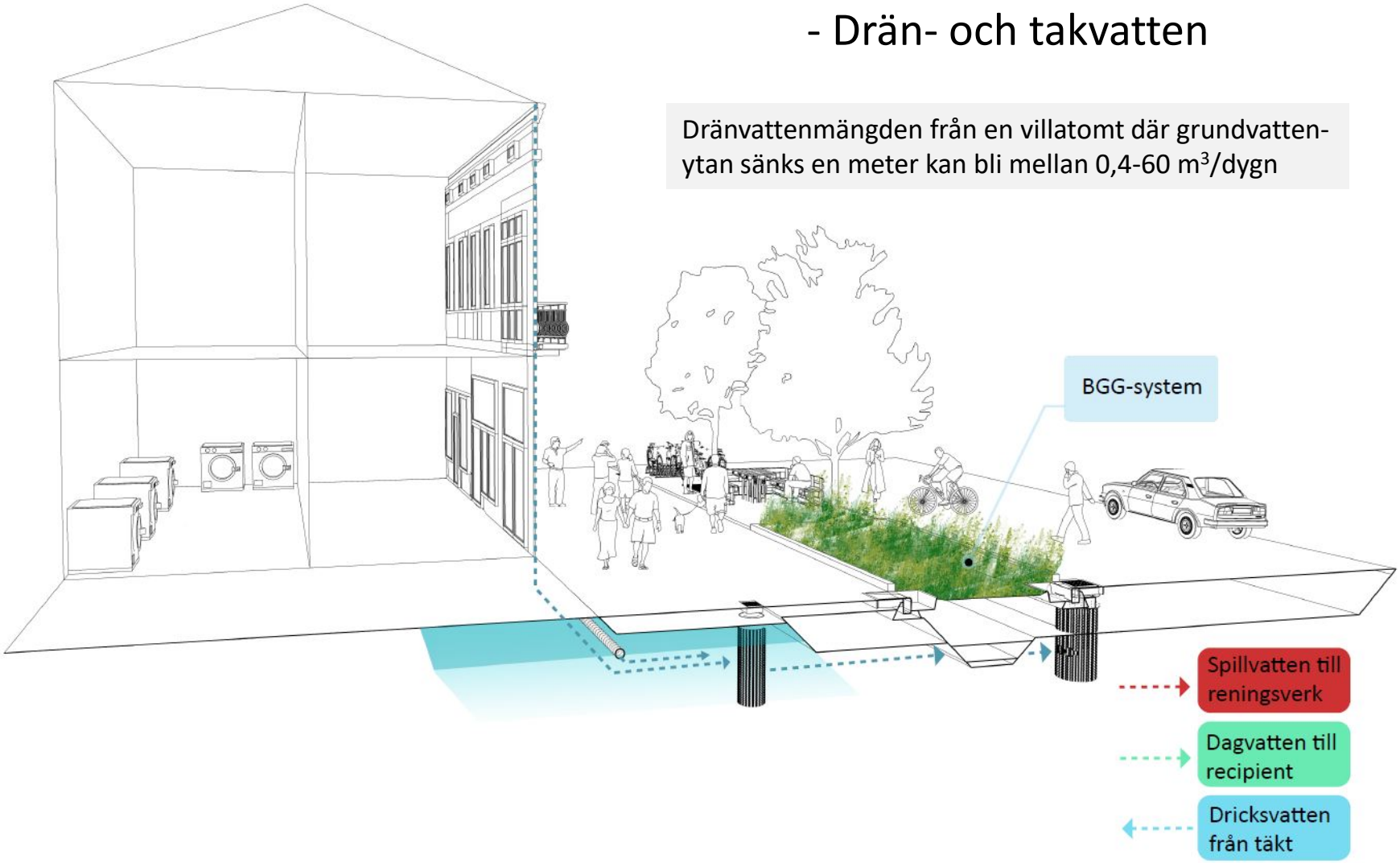
Blågröngrå system

Från ca: 15 m³/träd

System med Stadsvatten

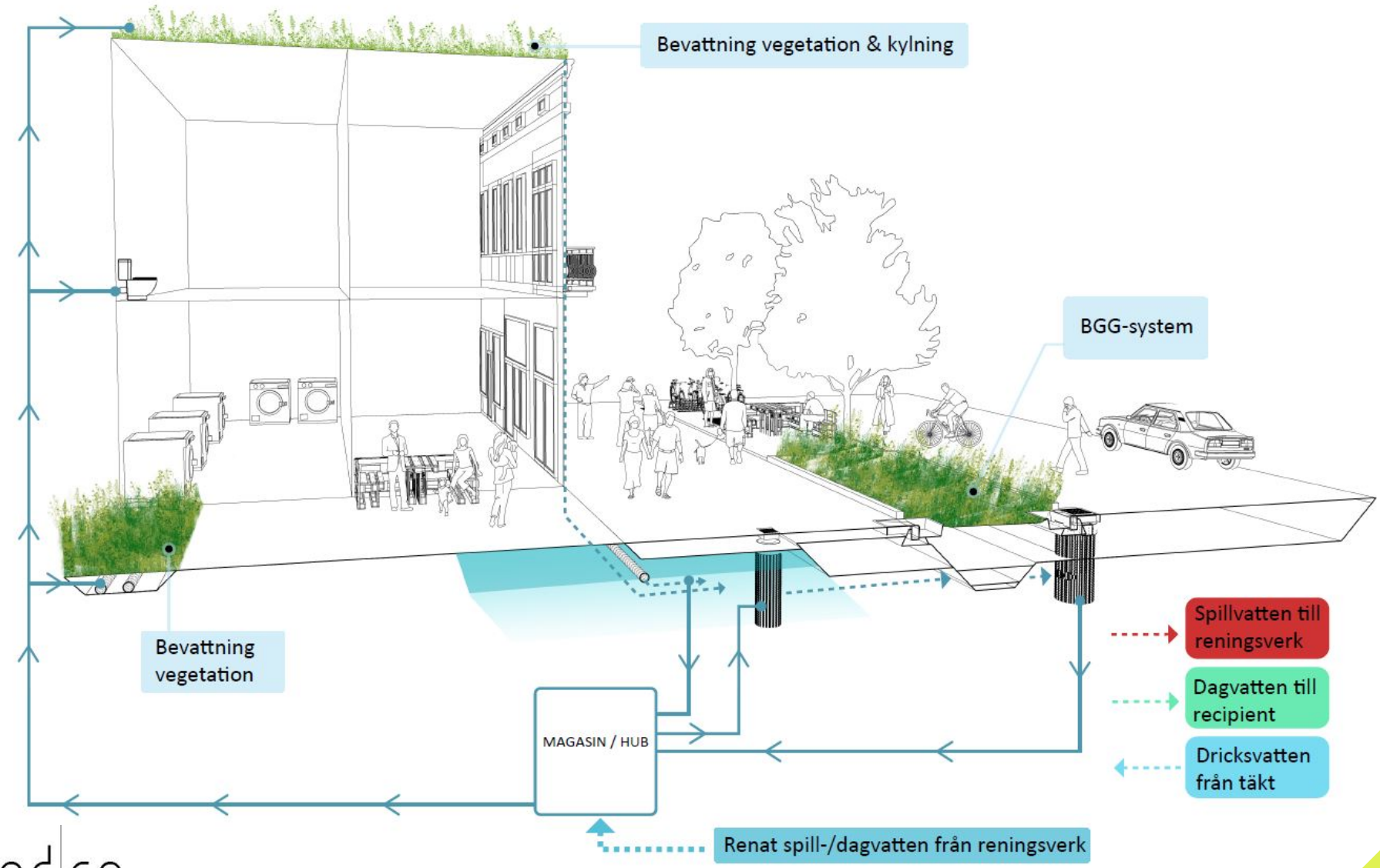
- Drän- och takvatten

Dränvattenmängden från en villatomt där grundvatten-ytan sänks en meter kan bli mellan 0,4-60 m^3/dygn

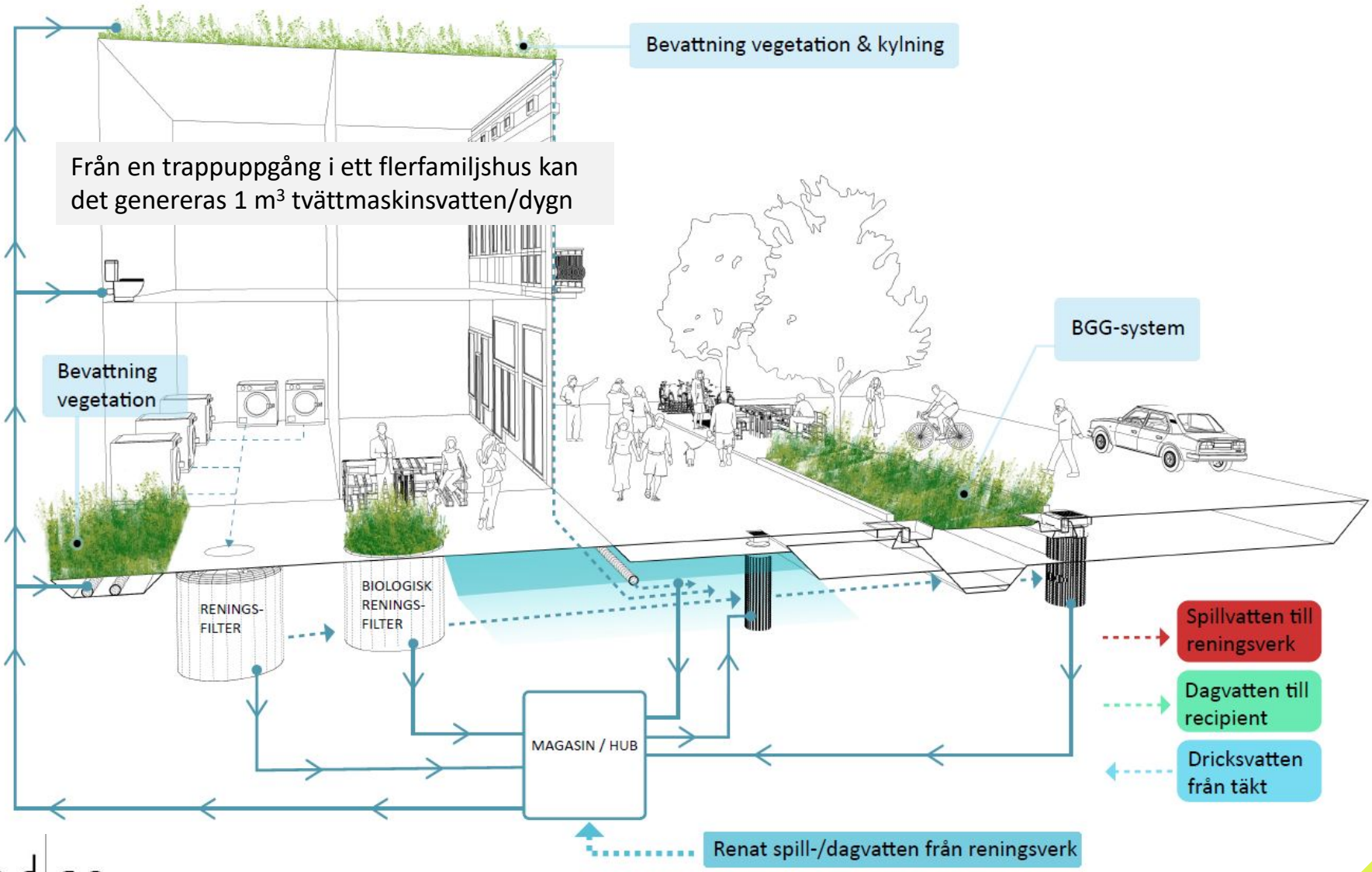


edge

System med Stadsvatten

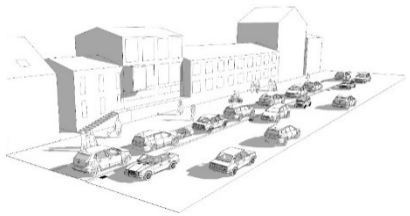


System med Stadsvatten



edge

Gammalt konventionellt



Effekt på ekonomi

Blågröngrå system

Kostnadsjämförelse anläggning för olika system (Flexzon)

Grå	Grågrön	Blågröngrå	Grå + Blå	Grågrön + Blå
482 000	635 000	863 000	817 000	970 000
100%	132%	179%	169%	201%
76%	100%	136%	129%	153%
56%	74%	100%	95%	112%
59%	78%	106%	100%	119%
50%	65%	89%	84%	100%

Summan för flexzon är avrundad & bygger på 100 meter gaturum. Siffrorna skall endast användas för att lättare för en diskussion kring kostnader & fördelning. En liten förändring i utformning påverkar resultatet!

Infrastrukturer i systemet för en uppsamlingsgata

Grå = Hårdgjort gaturum, ingen vegetation eller fördröjning eller rening av dagvatten. Dagvatten omhändertas med konventionella brunnar och ledningar.

Grågrön = Hårdgjort gaturum med vegetation, liten samverkan men ingen fördröjning eller rening. Dagvatten omhändertas med konventionella brunnar och ledningar.

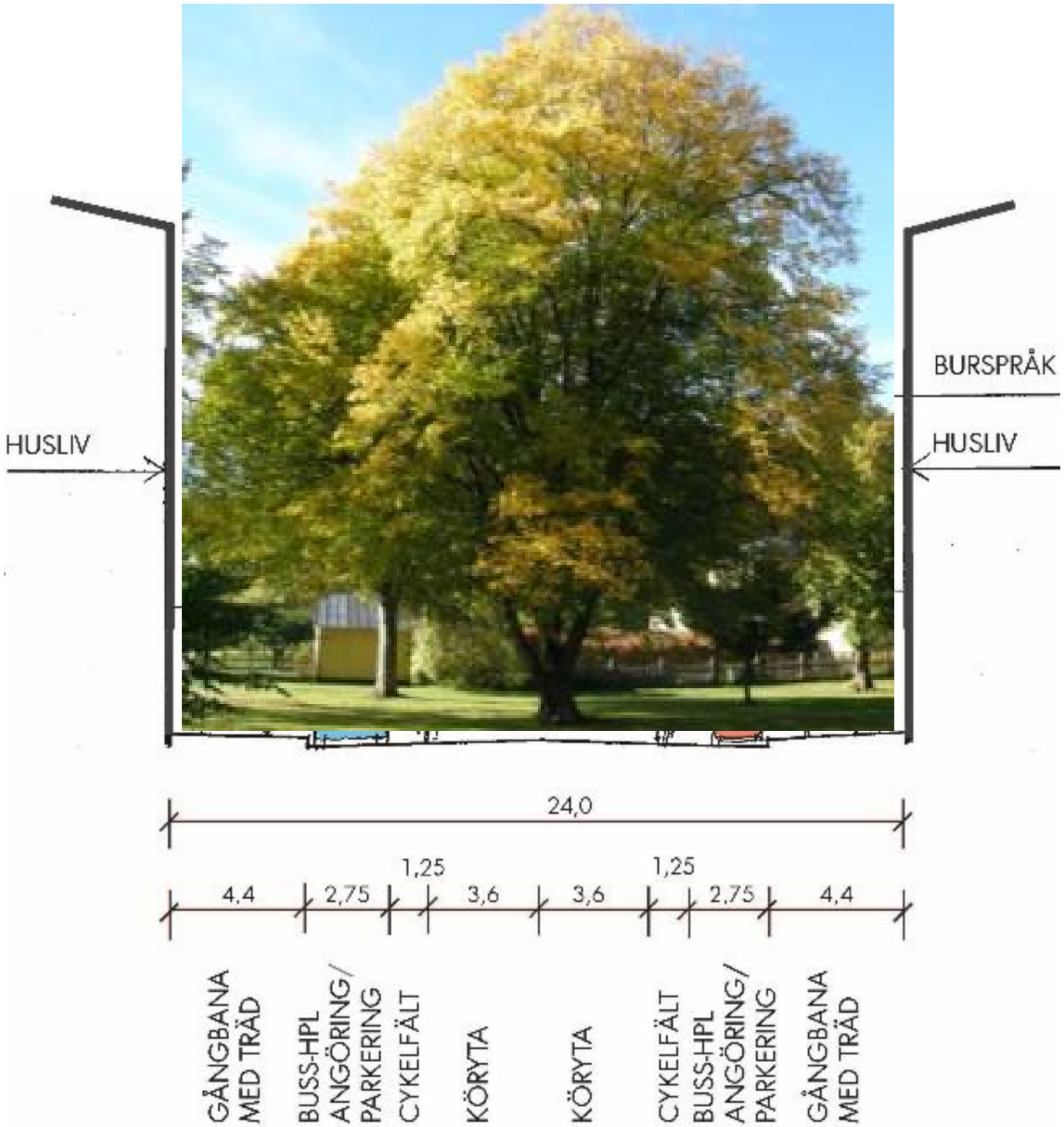
Blågröngrå = Hårdgjort gaturum med vegetation och öppet förstärkningslager. Rening och fördröjning av dagvatten i gaturummet. Infrastrukturerna samverkar i samma volym.

Grå + Blå = Hårdgjort gaturum, ingen vegetation. Dagvatten fördröjs och renas utanför gaturummet.

Grågrön + Blå = Hårdgjort gaturum med vegetation, liten samverkan. Dagvatten fördröjs och renas utanför gaturummet.

edge

Trädval



Avenbok
Djurgården
Höjd 24 meter
Bredd 24 meter

Skiss: Tyréns

Figur: Björn Embrén

https://bluegreengrey.se/

ARCHIVE CONTACT EDGES.SE

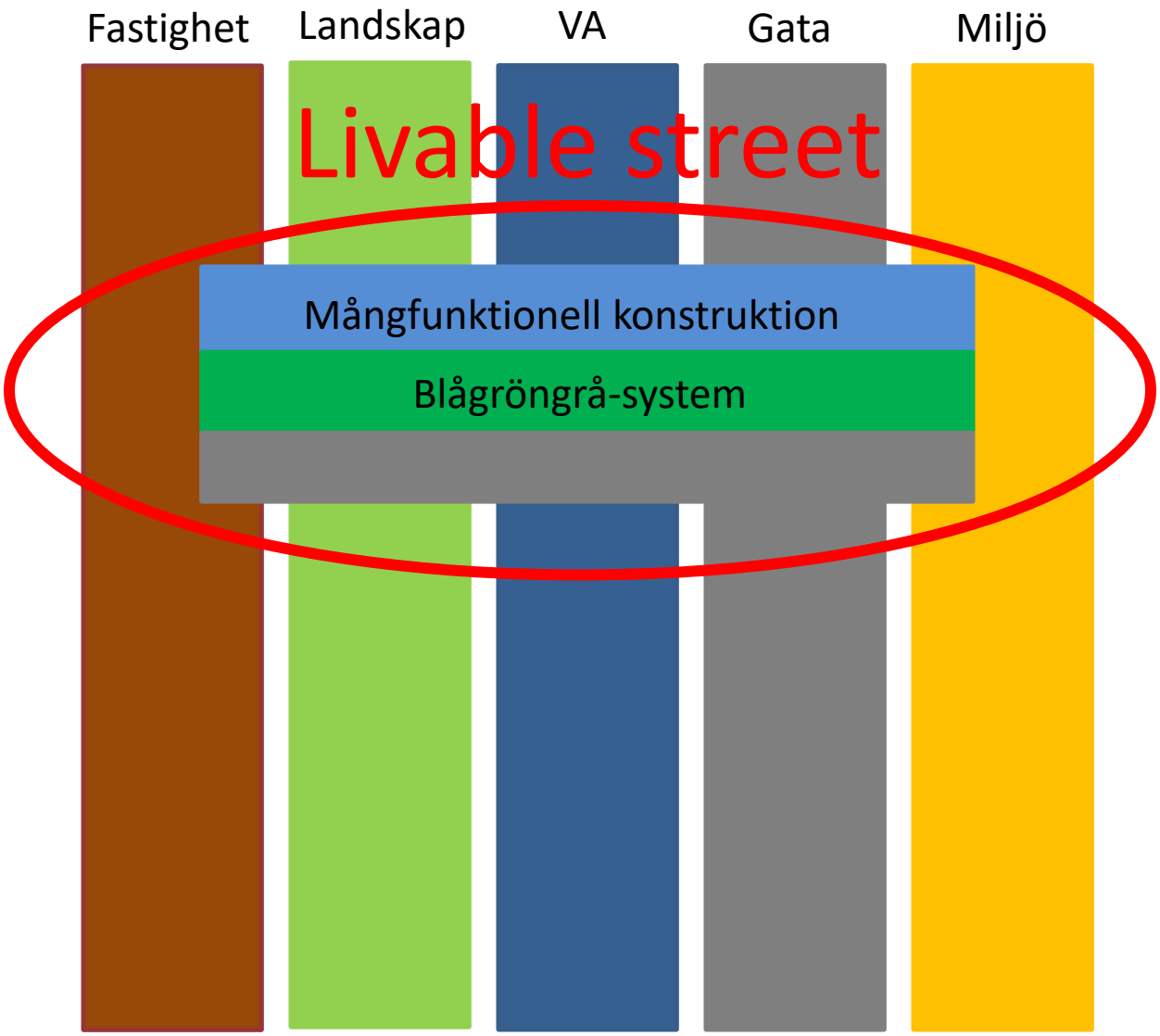
#BlueGreenGrey

Systems for livable streets

by edge

Kent Fridell
e: kent.fridell@edges

Människan i centrum



edge

4 år efter plantering - rötter 3.5 m från träd

Erik Dahlbergsallén

Foto: Björn Embrén

Vatten & näringstillgång för vegetation

Illustration: Martin Vysoký, Edge

Mängd N & P från dagvatten

Exempel:

Ett gaturum avger ca:

-10kg N & 0,5kg P / ha (ca 1000 fordon/dygn)

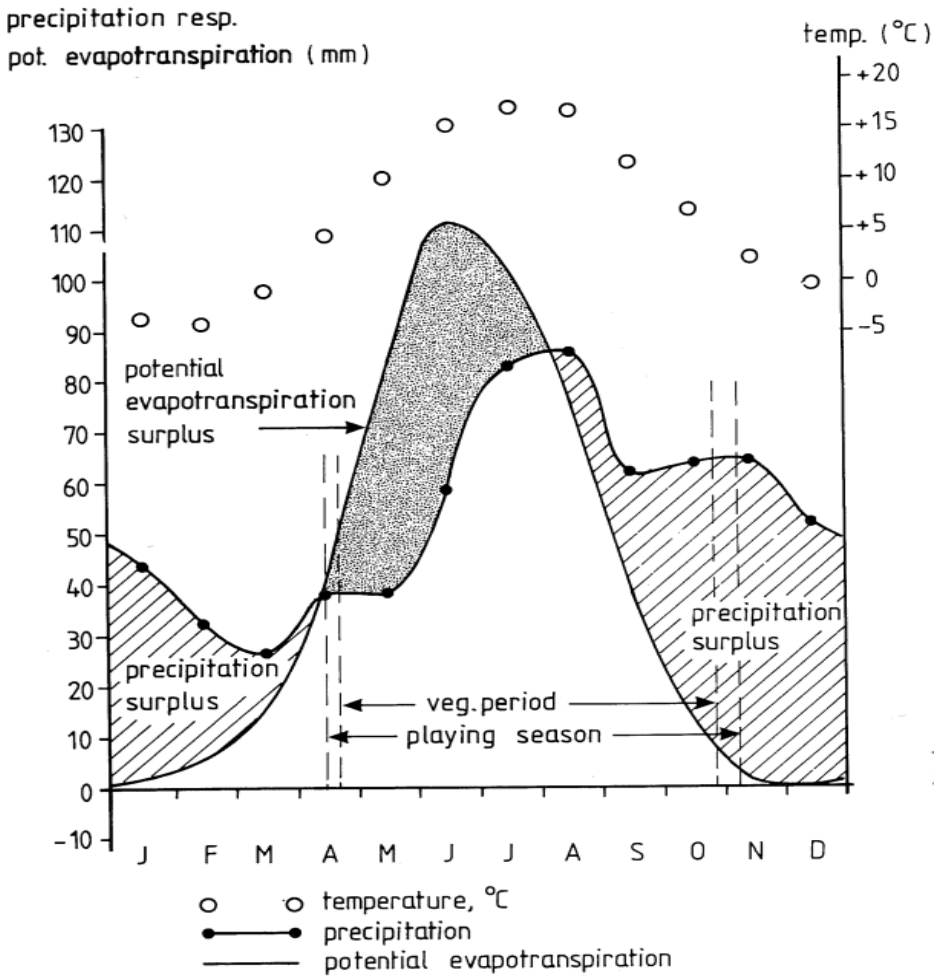
En regnbädd är ca 5% (1/20 del) av ett gaturum

Avleds avrinningen till en regnbädd belastas den med gånger 20.

Omräknat till en gödslingsmängd / ha blir det ca:

- 200kg N & 10 kg P / ha regnbädd.

Nettonederbörd - Stockholm



Figurer: Soil construction, Drainage and Maintenance for Swedish Grassed Parks and Sports fields, Ingrid Karlsson, 1988.

Framtidens vattenbalans

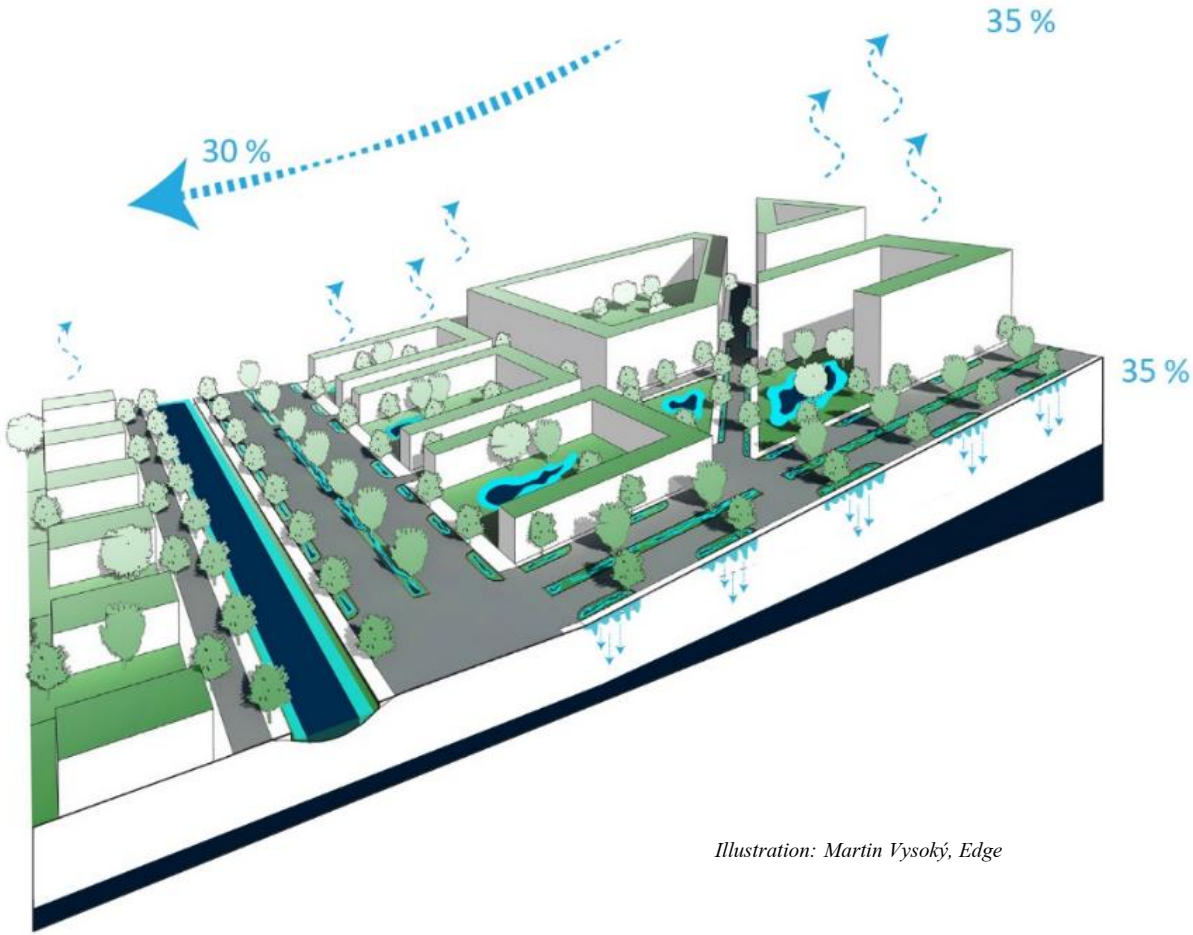
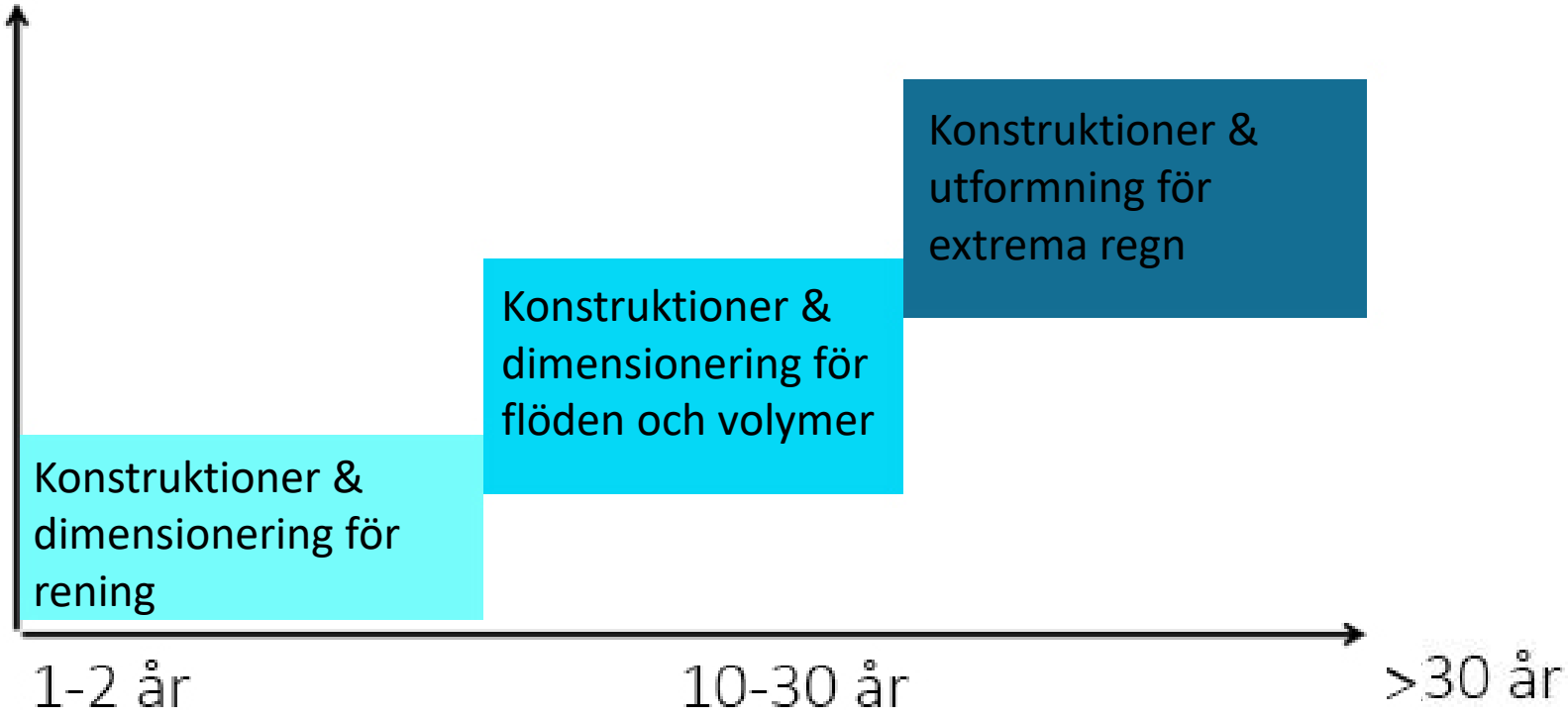


Illustration: Martin Vysoký, Edge

Hur tänkte man här?

Förvaltningskedja



Vinnova projekt:

Klimatsäkrade system för urbana ytor

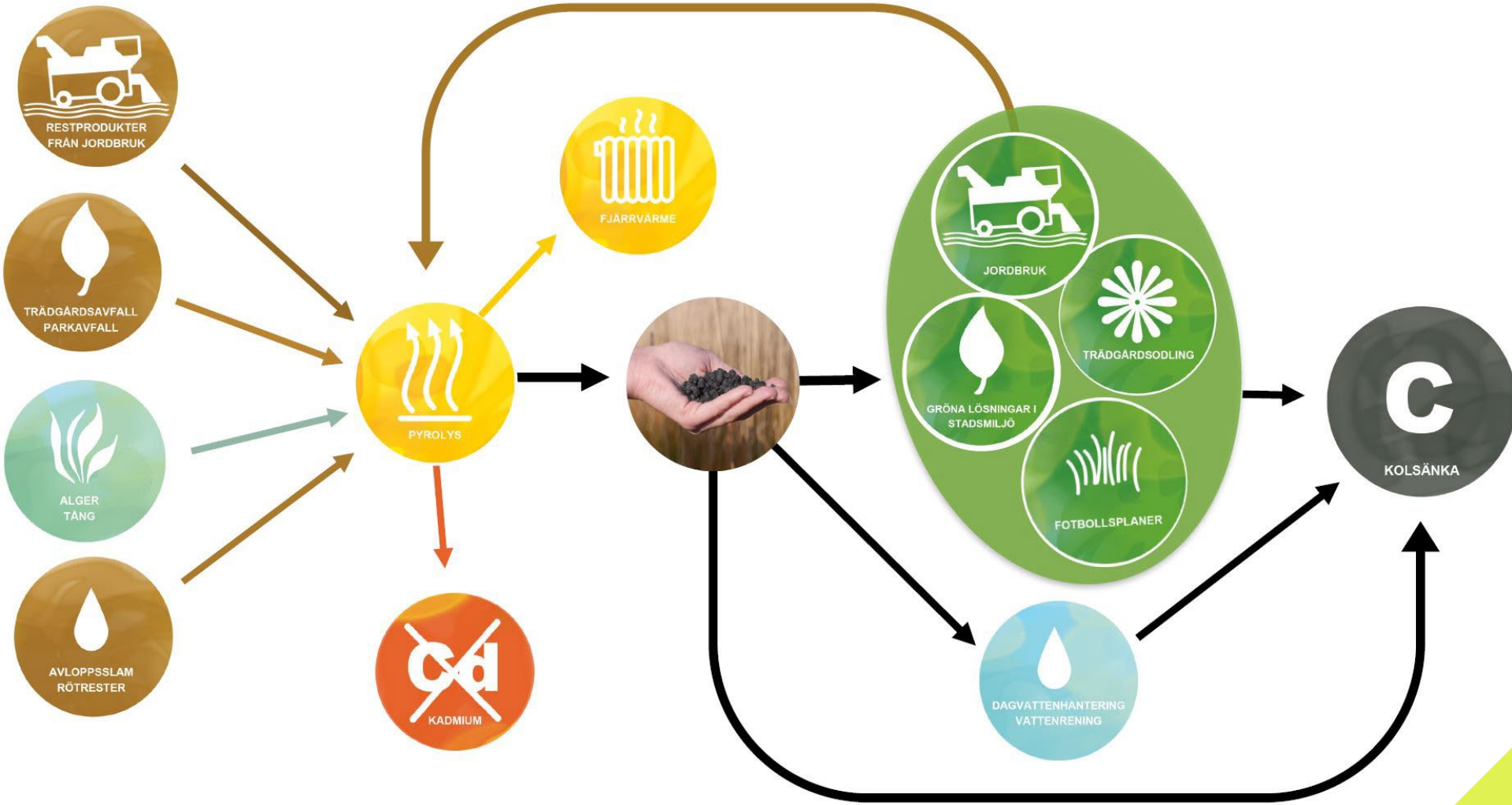
www.klimatsakradstad.se

Rest till bäst

www.biokol.org

Stadsvatten – den outnyttjade resursen

Biokol



Finns olika kvalitéer. EBC-certifierat

Låg infiltrationskapacitet & gasutbyte i samkross!

Foto: Björn Embrén

Munka-Ljungby, Ängelholm

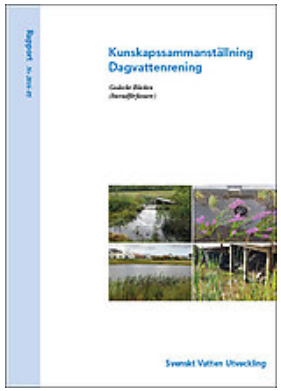
Figur: Biofilter i gatumiljö. Ängelholms kommun. Johan Slagstedt. 2014.

edge

Munka-Ljungby

Foto: Elisabeth Lingkvist

Reningsförmåga

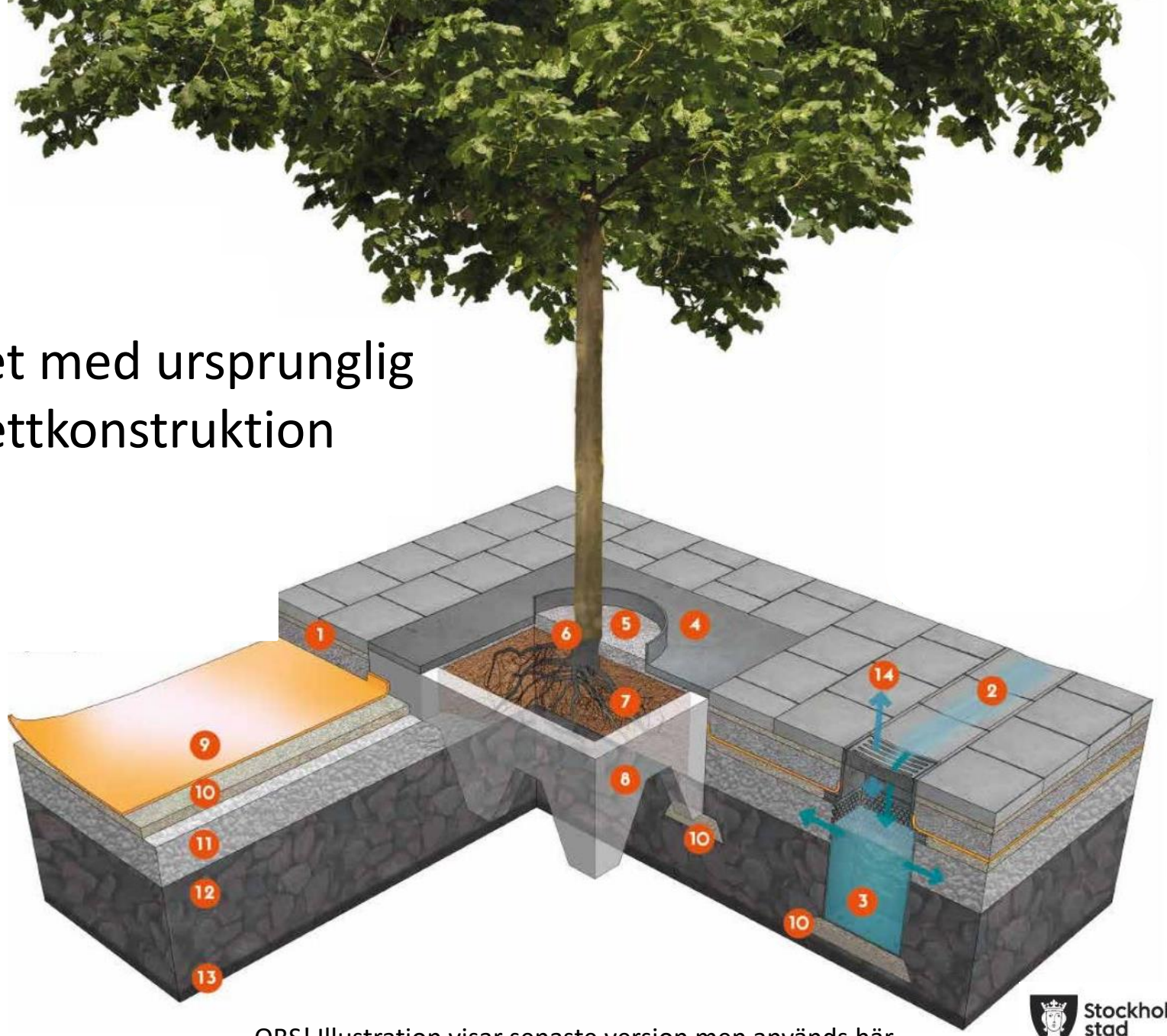


Kornstorlek	Anläggningar								
>5 mm	Sandfång i brunnar								
5 mm – 125 µm		Underjordiska sedimentations-magasin	Dammar Skärm-bassänger	Svackdiken	Våtmarker				
125 µm – 10 µm									
10 µm – 0,45 µm						Infiltrations-anläggningar	Biofilter Raingarden Växtbäddar	Brunnsfilter	
<0,45 µm (lösta föroreningar)									Membranfilter Lamellfilter
Underhållsbehov	högt	medel	medel	lågt	lågt	medel	medel	mycket högt	mycket högt

Ungefärligt schema över anläggningstyper och föroreningar som kan renas.
SVU Rapport 2016_5

edge

Syftet med ursprunglig skelettkonstruktion



OBS! Illustration visar senaste version men används här för att förklara syftet med ursprungsversionen.

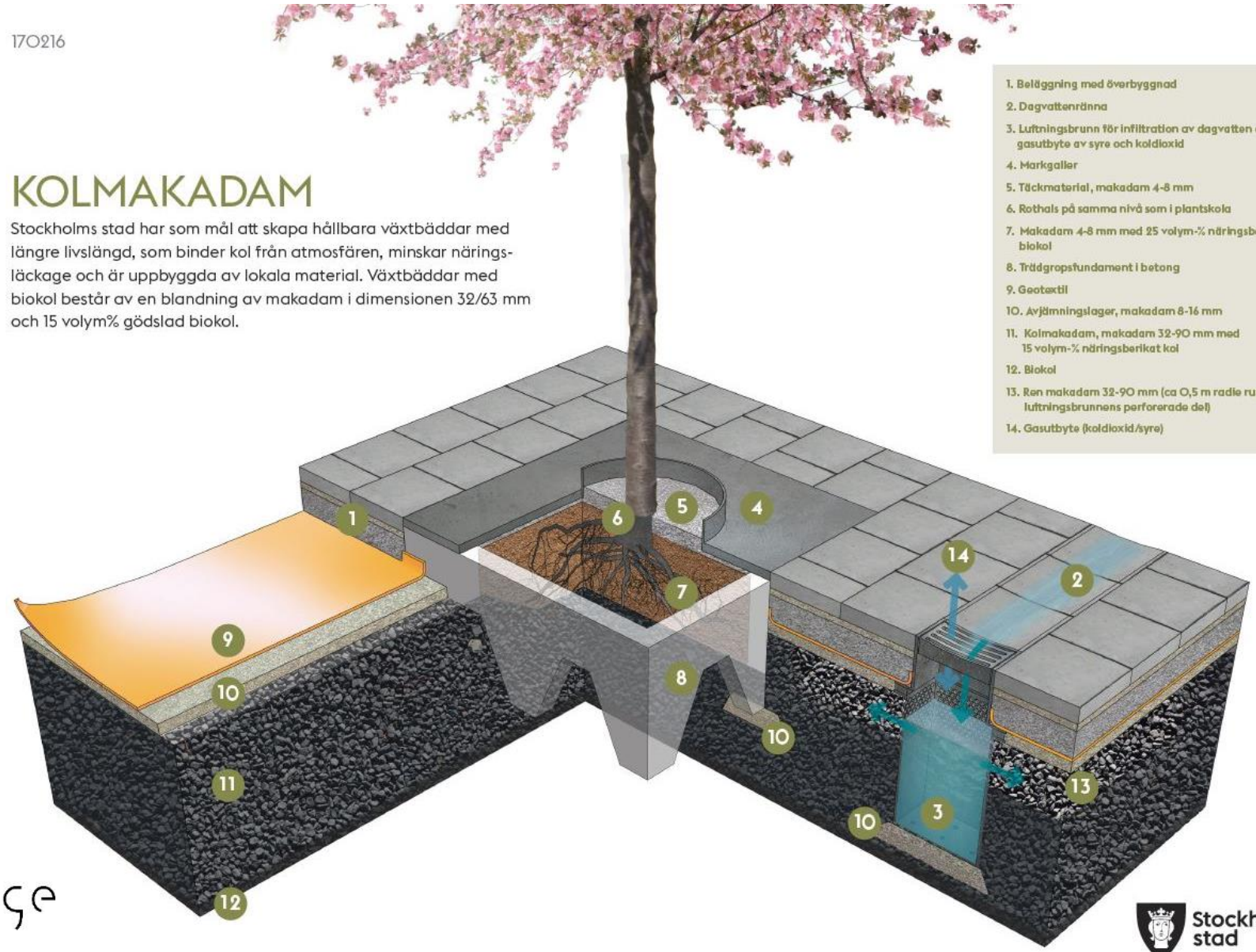
ÖF med Träd i hårdgjord yta

170216

KOLMAKADAM

Stockholms stad har som mål att skapa hållbara växtbäddar med längre livslängd, som binder kol från atmosfären, minskar näringsläckage och är uppbyggda av lokala material. Växtbäddar med biokol består av en blandning av makadam i dimensionen 32/63 mm och 15 volym% gödslad biokol.

1. Beläggning med överbyggnad
2. Dagvattenränna
3. Luftningsbrunn för infiltration av dagvatten och gasutbyte av syre och koldioxid
4. Markgaller
5. Täckmaterial, makadam 4-8 mm
6. Rothals på samma nivå som i plantskola
7. Makadam 4-8 mm med 25 volym-% näringsberikad biokol
8. Trädgropsfundament i betong
9. Geotextil
10. Avjämningslager, makadam 8-16 mm
11. Kolmakadam, makadam 32-90 mm med 15 volym-% näringsberikat kol
12. Biokol
13. Ren makadam 32-90 mm (ca 0,5 m radie runt luftningsbrunnens perforerade del)
14. Gasutbyte (koldioxid/syre)

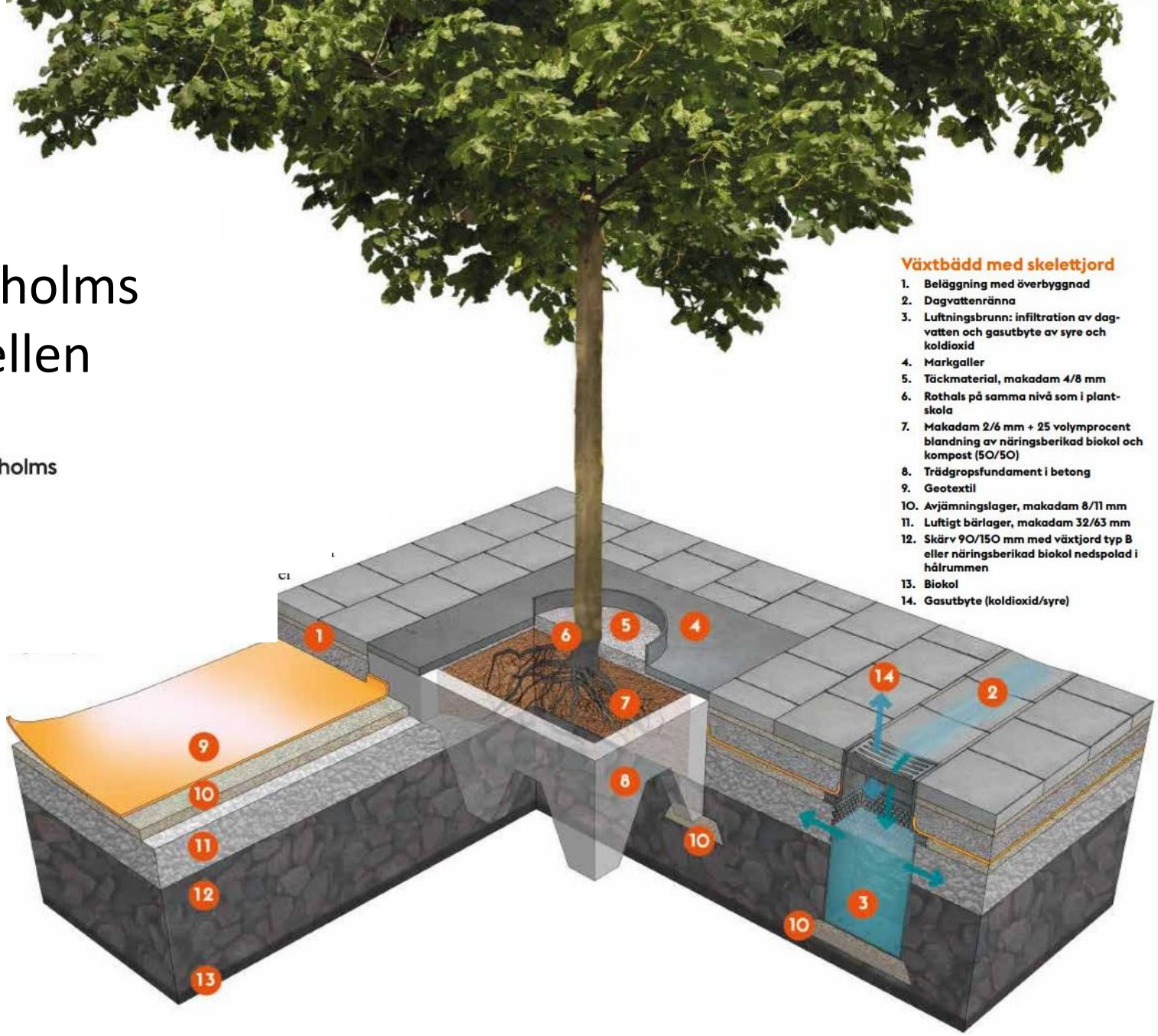


edge

Stockholms stad

Stockholms modellen

Stockholms stad



Växtbädd med skelettjord

1. Beläggning med överbyggnad
2. Dagvattenränna
3. Luftningsbrunn: infiltration av dagvatten och gasutbyte av syre och koldioxid
4. Markgaller
5. Täckmaterial, makadam 4/8 mm
6. Rothals på samma nivå som i plantskola
7. Makadam 2/6 mm + 25 volymprocent blandning av näringsberikad biokol och kompost (50/50)
8. Trädgropsfundament i betong
9. Geotextil
10. Avjämningslager, makadam 8/11 mm
11. Luftigt bärlager, makadam 32/63 mm
12. Skärv 90/150 mm med växtjord typ B eller näringsberikad biokol nedspolad i hålrummen
13. Biokol
14. Gasutbyte (koldioxid/syre)

VÄXTBÄDDAR I STOCKHOLMS STAD – EN HANDBOK 2017-11-08

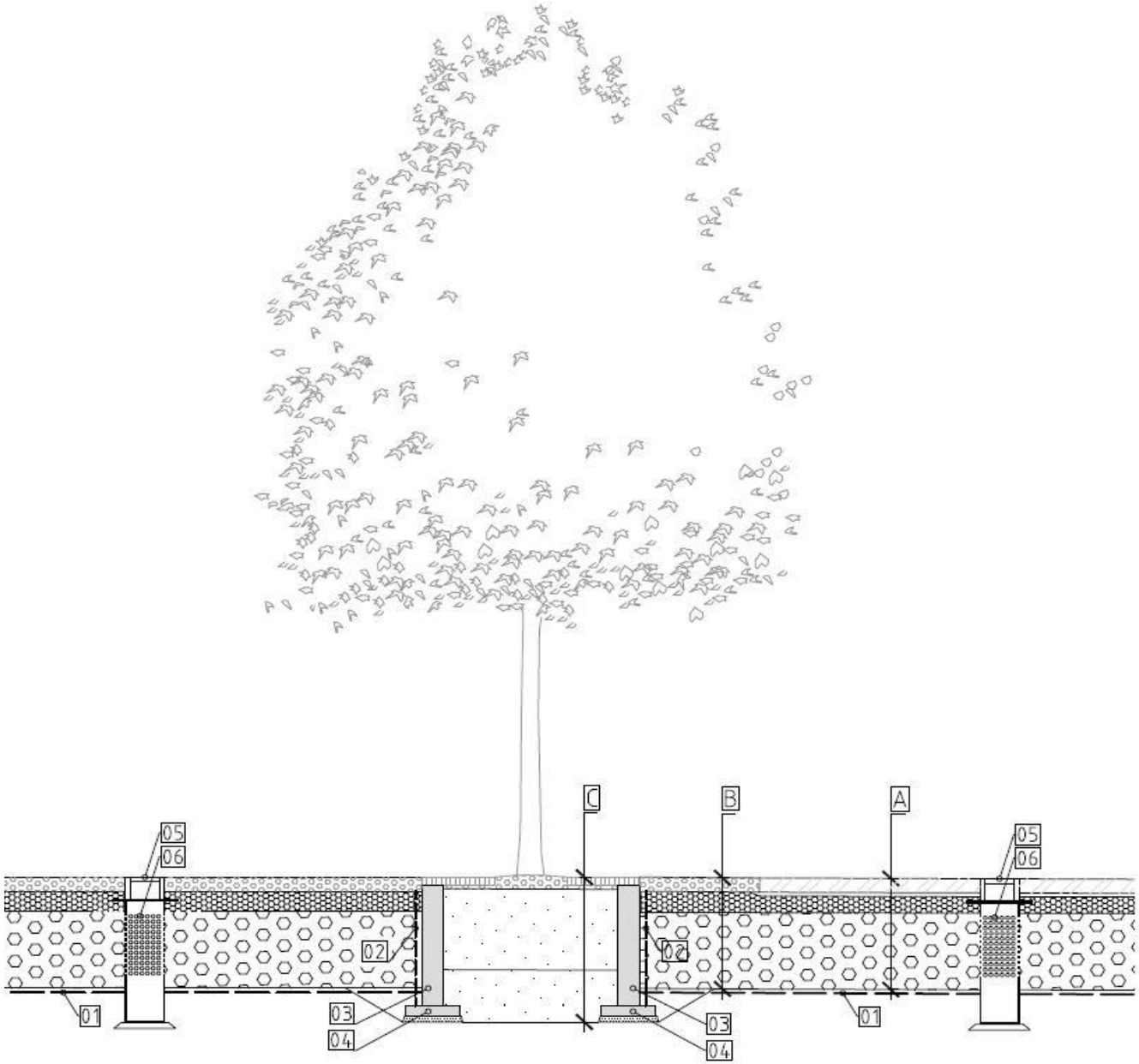
edge

Växjö

Foto: Örjan Stålh

Foto: Björn Embrén

Foto: Björn Embrén, Lingvägen



Överbyggnad A, slitlager betongplattor

MATERIAL	LAGERTJOCKLEK
Betongplatta Scala 210x210	50/70mm
Sättlager 2-5mm	30mm
Luftigt bärlager 2-32	80mm
Luftigt förstärkningslager 16-90	380mm
Total överbyggnadstjocklek	540/560mm

Överbyggnad B, slitlager stenmjöl

MATERIAL	LAGERTJOCKLEK
Kross 50% 2-8, 50% 0-8	80
Luftigt bärlager 2-32	80mm
Luftigt förstärkningslager 16-90	380mm
Total överbyggnadstjocklek	540mm

Överbyggnad C, trädgrav

MATERIAL	LAGERTJOCKLEK
Markgaller	50mm
Kross 2-8	60mm
Växtjord	400mm
Mineraljord	260mm
Total överbyggnadstjocklek	720mm

Övrigt

LITTERA	
01	Geotextil
02	Kokosväv, 400g/m²
03	Planteringslåda betong, JOM, tvärstöd enligt lev. rekommendationer
04	Betongplatta, placeras i skarv mellan lådsegment
05	Betäckning, JOM, HB 836
06	Luftningsbrunn, JOM, HB 904 "Luftningsrör"

TENGBOM

Figur: Tengbom AB

Figur: Strömsnässkolan

Biofilter, regnbädd

Bioretention planter, rain garden

Figurer: San Mateo County Sustainable Green Streets and Parking Lots Design Guidebook, San Mateo Countywide , 2009.

Regnbädd

Figur: Regnbäddar för omhändertagande av dagvatten.

Stora regnbäddar

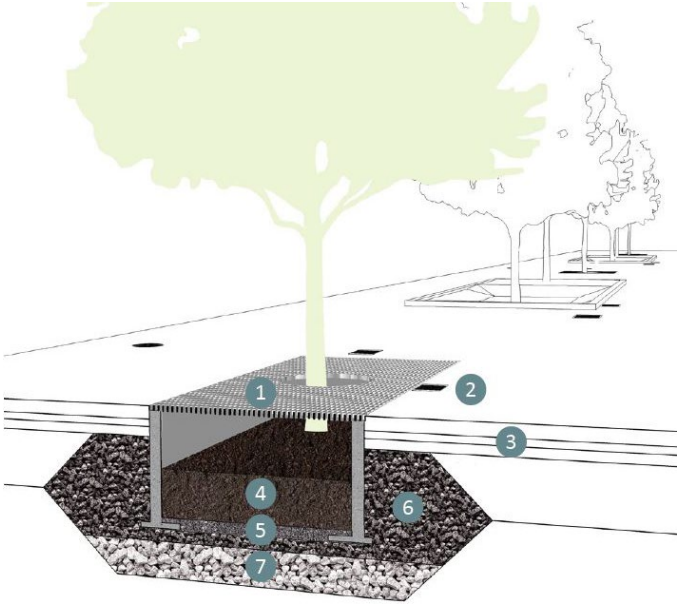
Photo: Jack Mullaly

Photo: Jack Mullaly

Foto: Elisabeth Lingkvist, Munka Ljungby

ÖF med Täckt regnbädd

Generellt:
Högre krav



Lägre krav

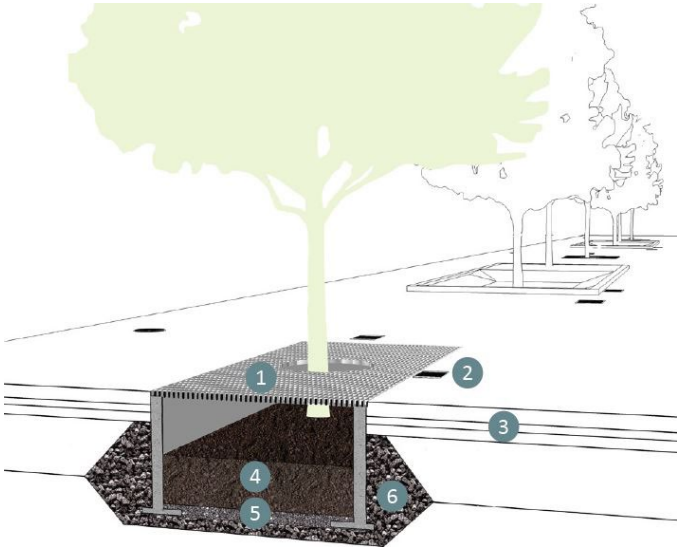


Illustration: Martin Vysoký, Edge

1. Markgaller
2. Inloppsbrunn
3. Konventionell överbyggnad
4. Övre växtsubstrat
5. Undre växtsubstrat
6. Öppet förstärkningslager med biokol
7. Öppet förstärkningslager

Rundelsgatan, Vellinge

Ystad

Gissa kolet!

EBC application classes

- EBC-Agro
- EBC-AgroOrganic
- EBC-Feed
- EBC-Material

Pell

dgårdsavfall

Egenskaper beror på ursprungsmaterial

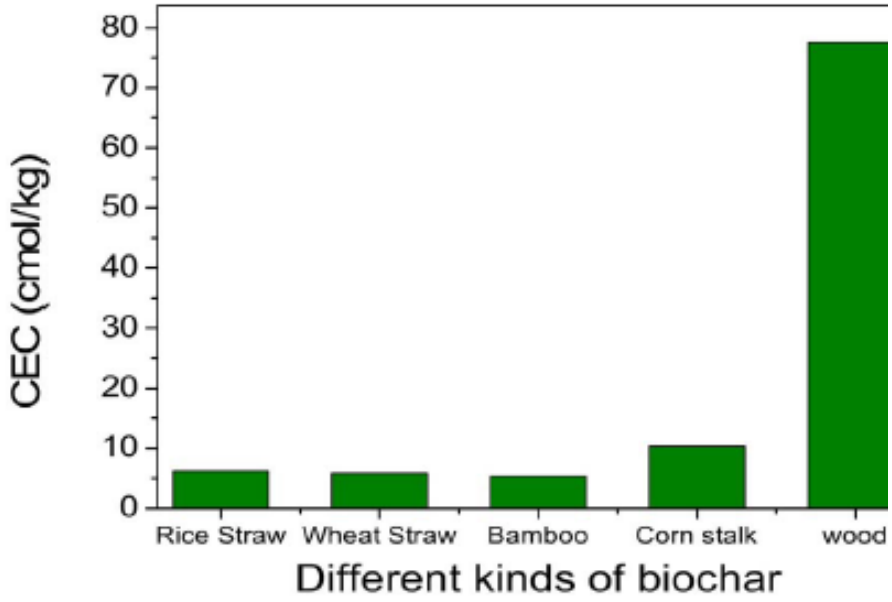


Fig. 6. CEC content of various types of biochar.

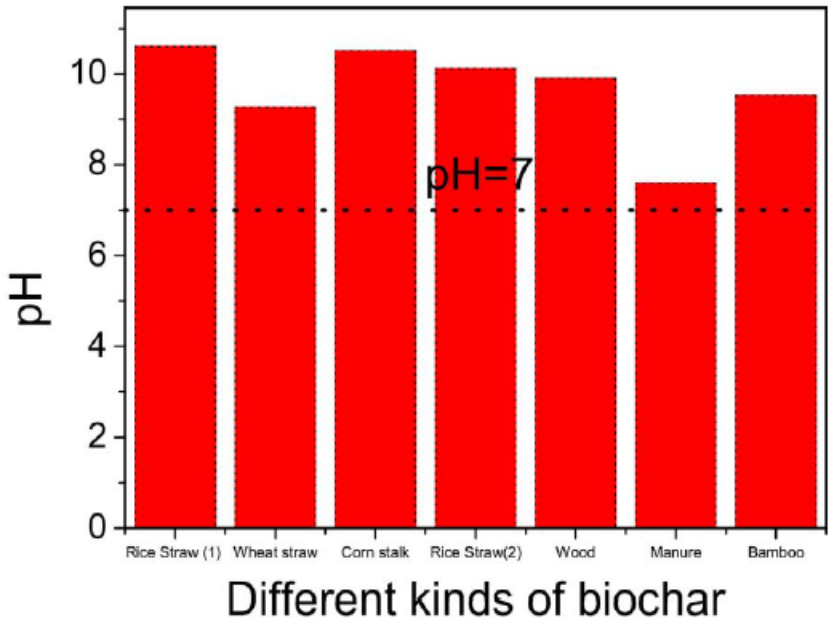
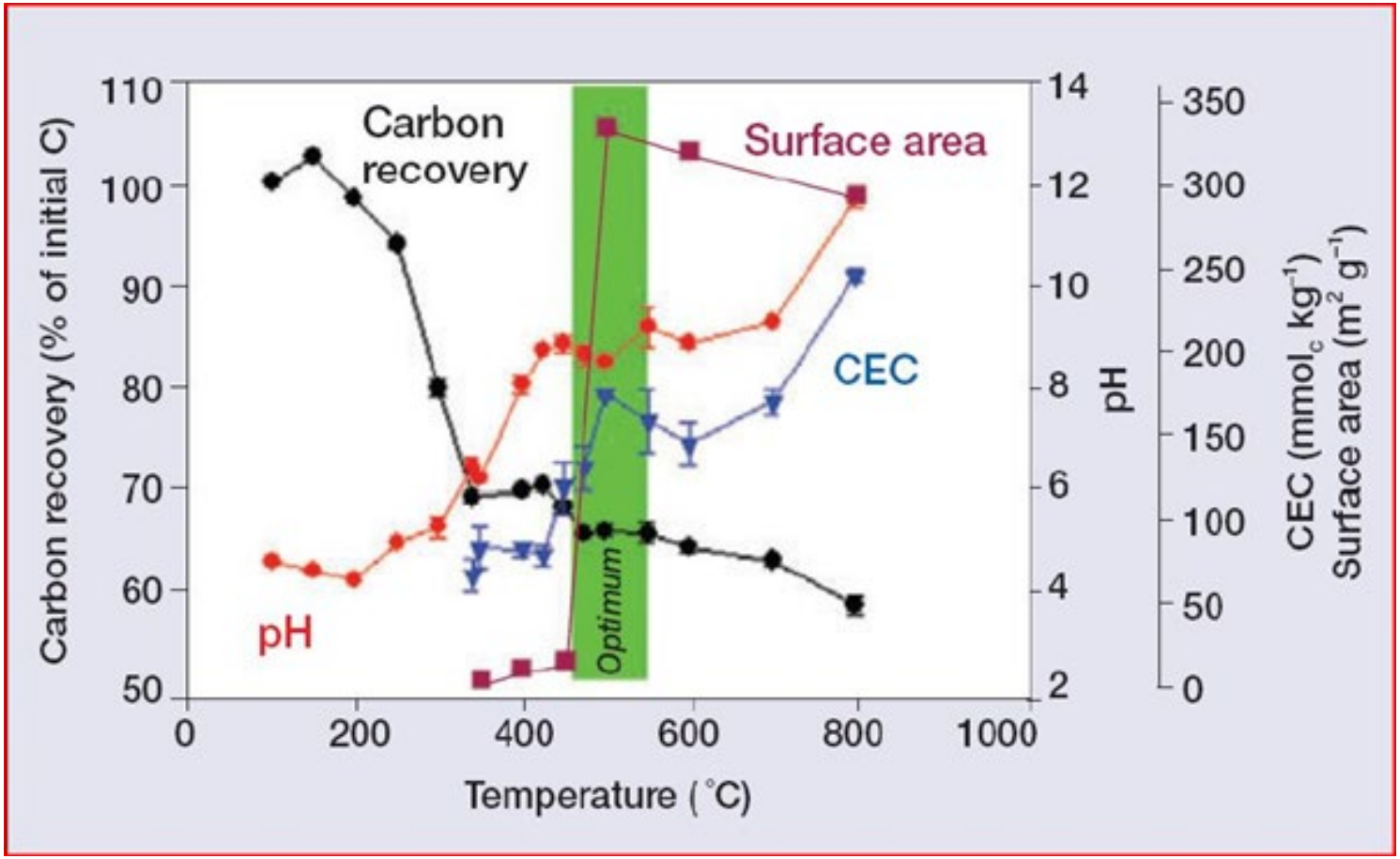


Fig. 5. The pH of various types of biochar.

Egenskaper förändras med pyrolystemp



Näringsämnen & biokol

- Askfasen i biokolet innehåller mycket av den näring som fanns i ursprungsmaterialet som fosfor, kalium, kalcium, magnesium, zink, natrium m.fl.

- Kväve försvinner vid pyrolysen

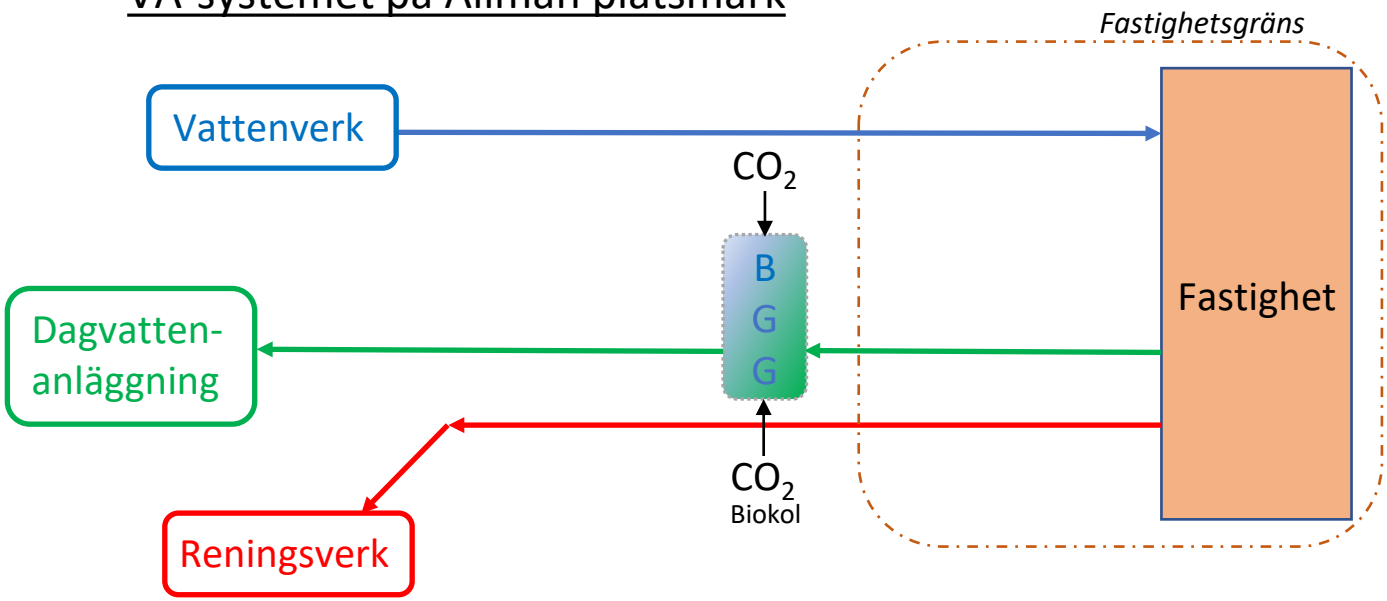
Vattenhållande förmåga

- Porstorleks fördelning och mängd är relaterat till porolystemp. Högre temperatur ger mer mindre porer (mikroporer).
- Vattnet i mikroporer är mindre tillgängligt för växter.
- Mängden makro- och mesoporer är relaterat till utgångsmaterialets struktur.
- Biokol som tillverkats vid låg temp. kan vara vattenavstötande (hydrofobiskt)

Linjära flöde av resursen vatten

-nu läget

VA-systemet på Allmän platsmark



Stadsvatten t.ex. drän-, dag-, renat tvättstuge-vatten & liknande

Dag- dränvatten

Dricksvatten

Renat gråvatten

Spillvatten

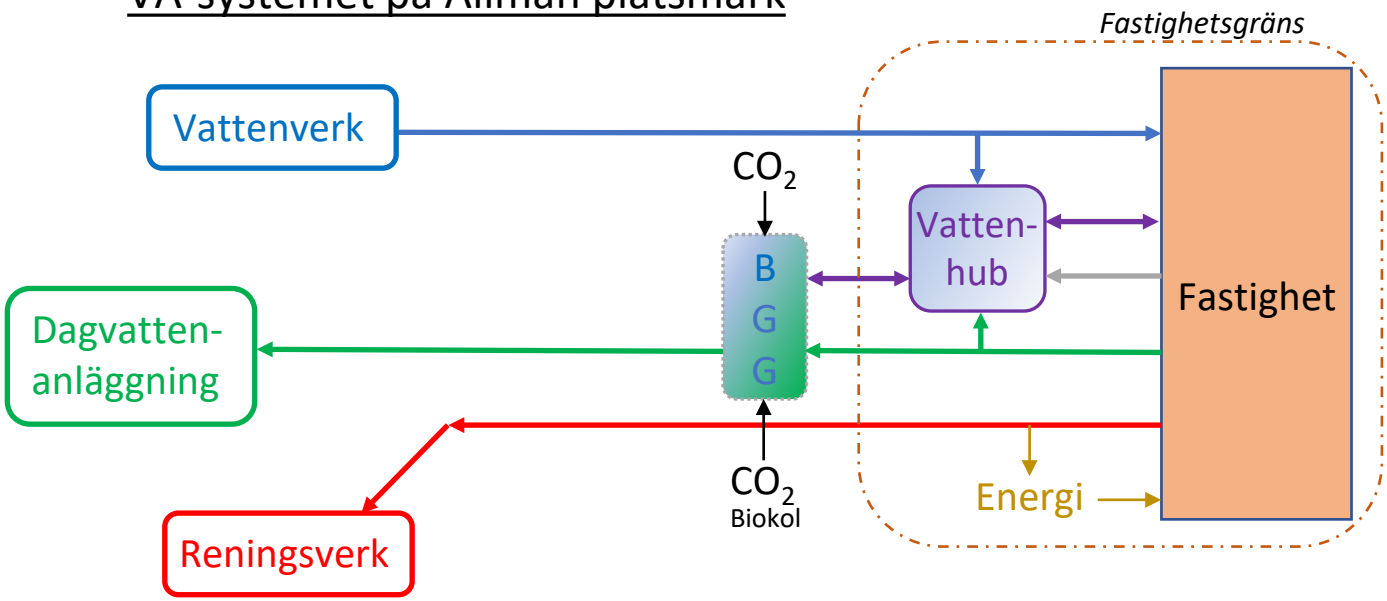
Vattenhub (magasin)

Energi från spillvatten

BGG Fördröjning rening & infiltrationssystem

Transformation mot cirkulära flöden av resursen vatten

<u>VA-systemet på Allmän platsmark</u>



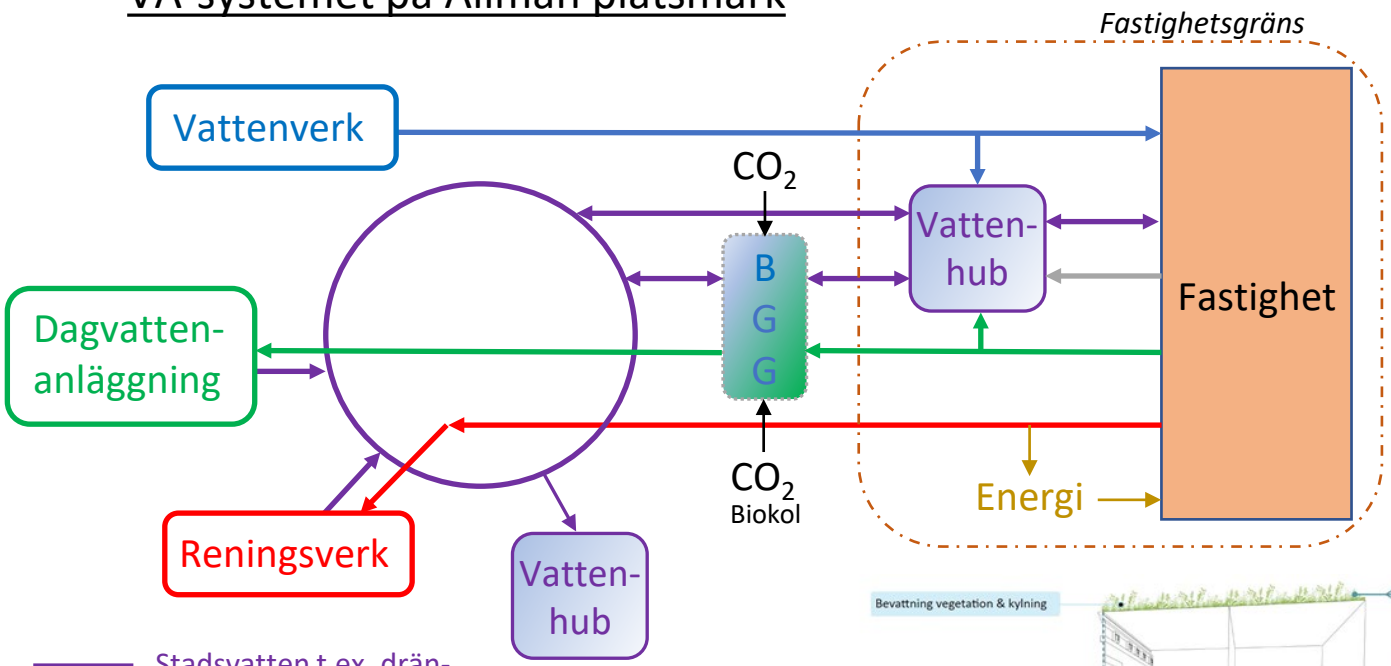
- Stadsvatten t.ex. drän-, dag-, renat tvättstuge-vatten & liknande
- Dag- dränvatten
- Dricksvatten
- Renat gråvatten
- Spillvatten
- Vattenhub (magasin)
- Energi från spillvatten
- BGG — Fördröjning rening & infiltrationssystem

edge

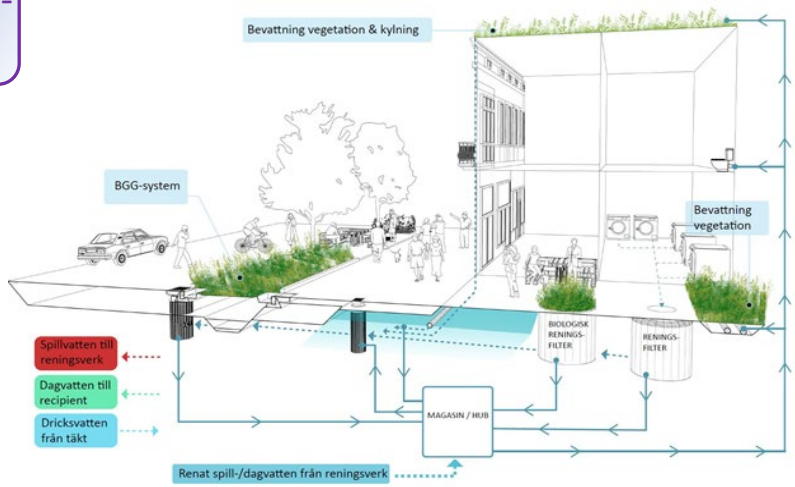
Fullt cirkulära flöden av resursen vatten

-slutgiltigt system

VA-systemet på Allmän platsmark



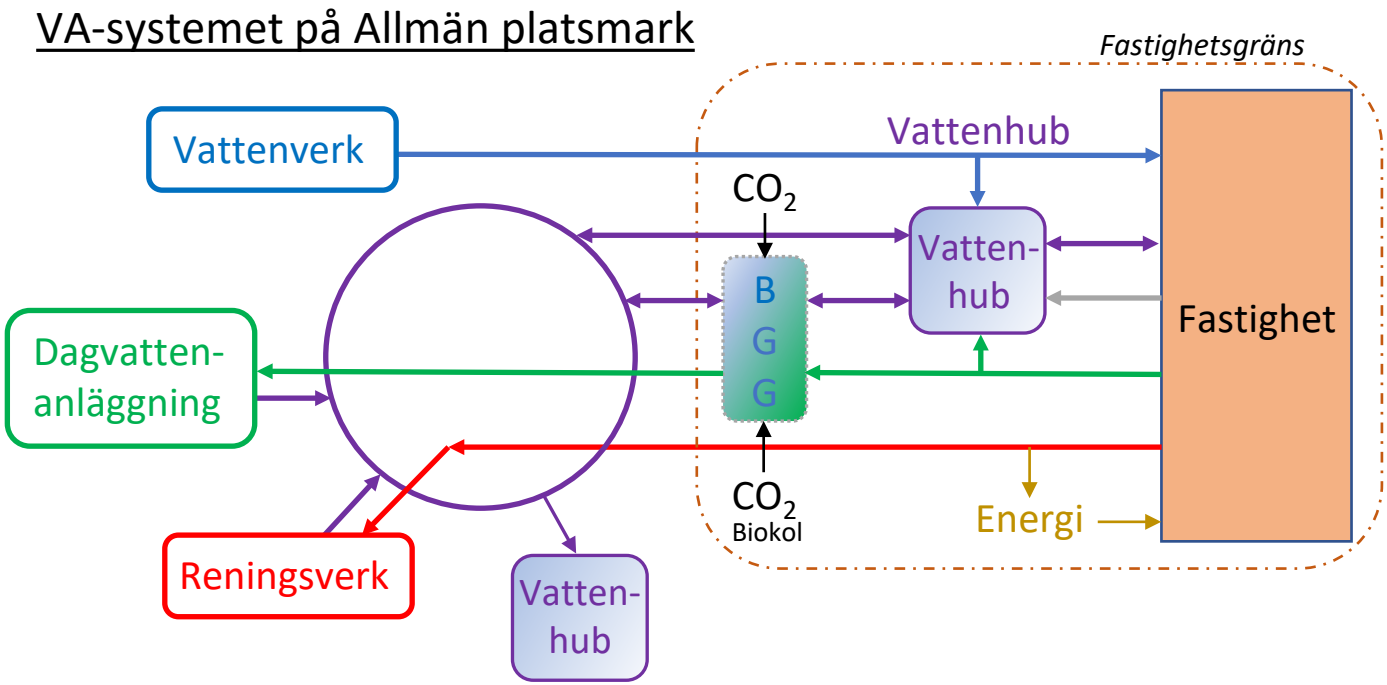
- Stadsvatten t.ex. drän-vatten, renat tvättstuge-vatten & liknande
- Dag- dränvatten
- Dricksvatten
- Renat gråvatten
- Spillvatten
- Vattenhub (magasin)
- Energi från spillvatten
- BGG — Fördröjning rening & infiltrationssystem



edge

Cirkulära flöden av resursen vatten

BGG-system på kvartersmark

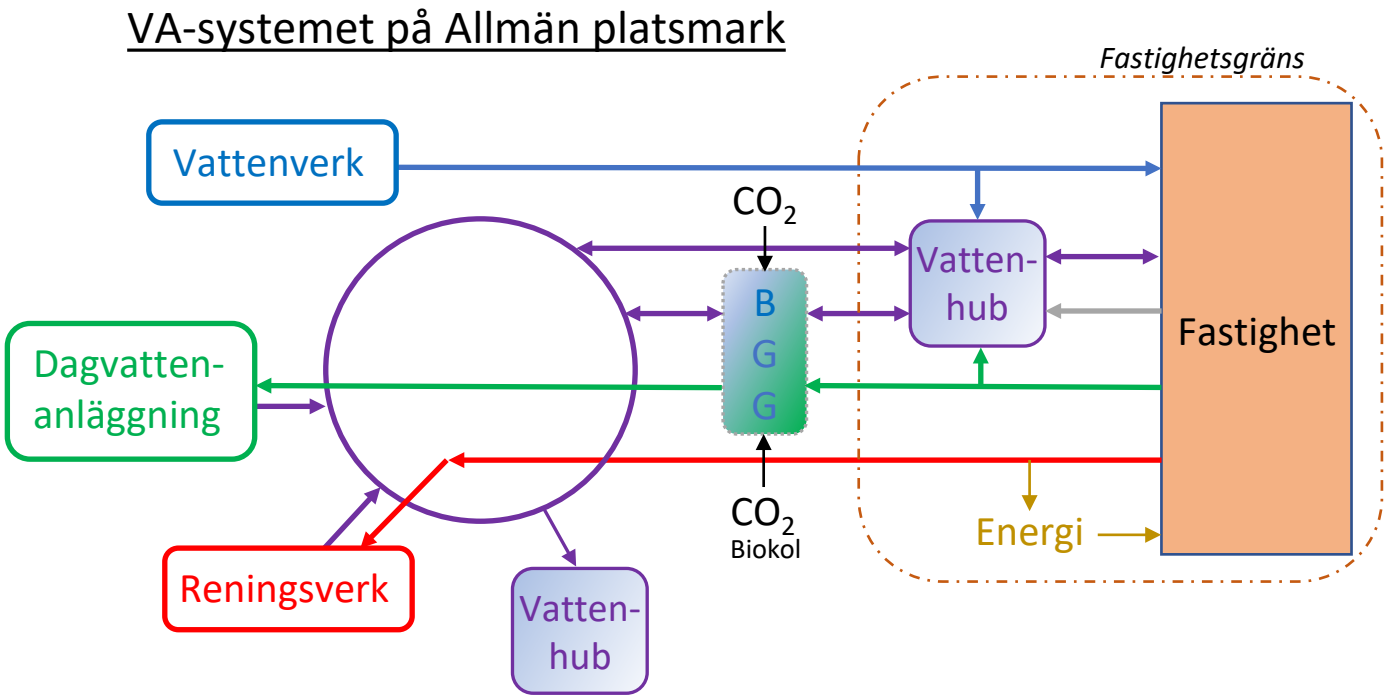


- Stadsvatten t.ex. drän-, dag-, renat tvättstuge-vatten & liknande
- Dag- dränvatten
- Dricksvatten
- Renat gråvatten
- Spillvatten
- Vattenhub (magasin)
- Energi från spillvatten
- BGG — Fördröjning rening & infiltrationssystem

edge

Fullt cirkulära flöden av resursen vatten

-slutgiltigt system



Stadsvatten t.ex. drän-vatten, renat tvättstuge-vatten & liknande

Dag- dränvatten

Dricksvatten

Renat gråvatten

Spillvatten

Vattenhub (magasin)

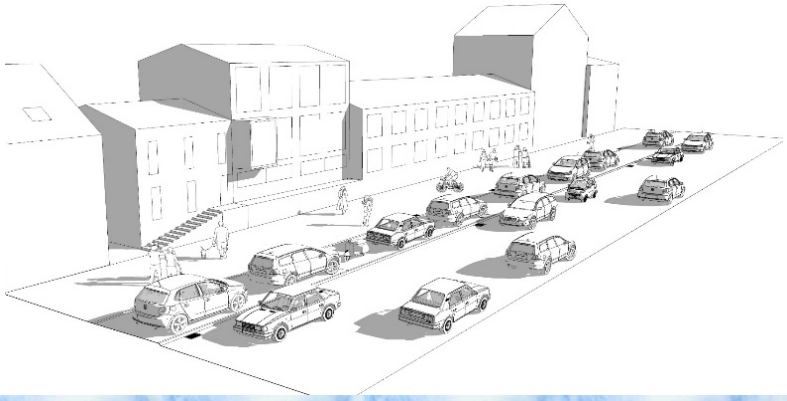
Energi från spillvatten

BGG Fördröjning rening & infiltrationssystem

edge

Effekt på samarbete

Gammalt konventionellt



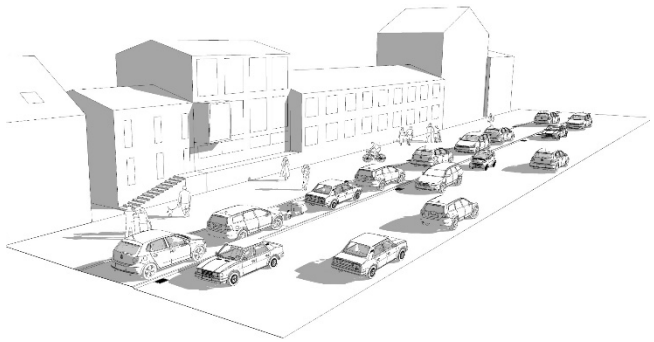
Blågröngrå-system

En av de största utmaningarna
med BGG-system!

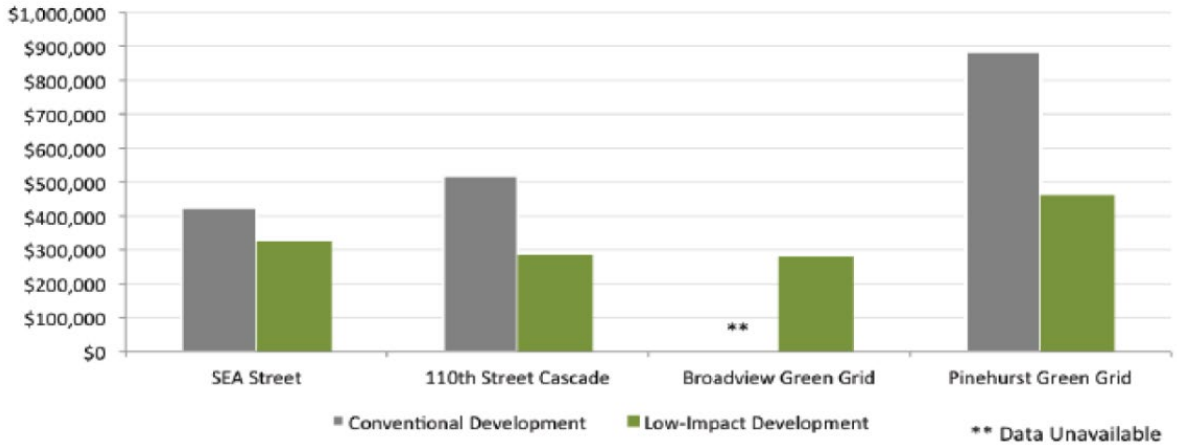
edge

Effekt på ekonomi

Gammalt konventionellt



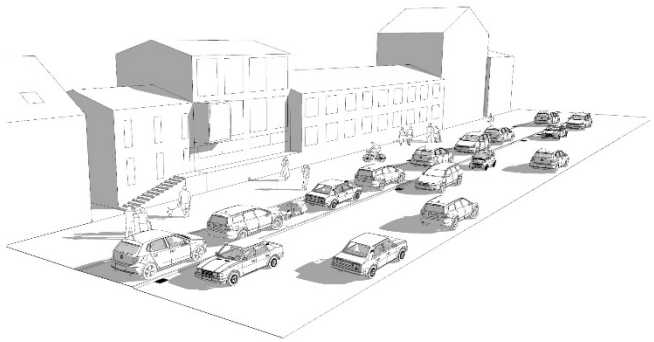
Blågröngrå system



Källa: Banking on Green and EPA

Effekt på ekonomi

Gammalt konventionellt



Blågröngrå system

Ungefär likvärdiga kostnader

1. Växtbädden - kostar lika som en växtbädd med skelettjord men förväntas minska betydligt.
2. Öppet förstärkningslager kostar lika som vanligt förstärkningslager.
3. Brunnar medför likvärd kostnad för de olika systemen.
4. Tätskiktet – merkostnad pga vattenskyddsområde.

Avgående kostnader.

5. Ledningsnätet får mindre dimensioner och blir billigare.
6. Reningsdammar kan göras mindre och blir billigare.
7. Parkmark frigörs för parkanvändning.
8. Kostnad för reningsfilter i brunnar på 1000-2000:-/brunn/år
9. Lättare/billigare fastighetsförsäkring
10. Lägre kostnader för exploatören att omhänder ta dagvatten på tak och förgårdsmark

USA
CO-OPS FOR SALE
646 329 9808
MODEL APARTMENT ON SITE!
LAFAYETTEESTATES.COM
LAFAYETTE ESTATES
The Doreville
ONE WAY

Som du regn-bäddar får du ligga!

edge

edge

FEL

RÄTT

FEL

RÄTT

edge

Extremt viktigt stenen skall falla in i lådan

edge

edge

edge

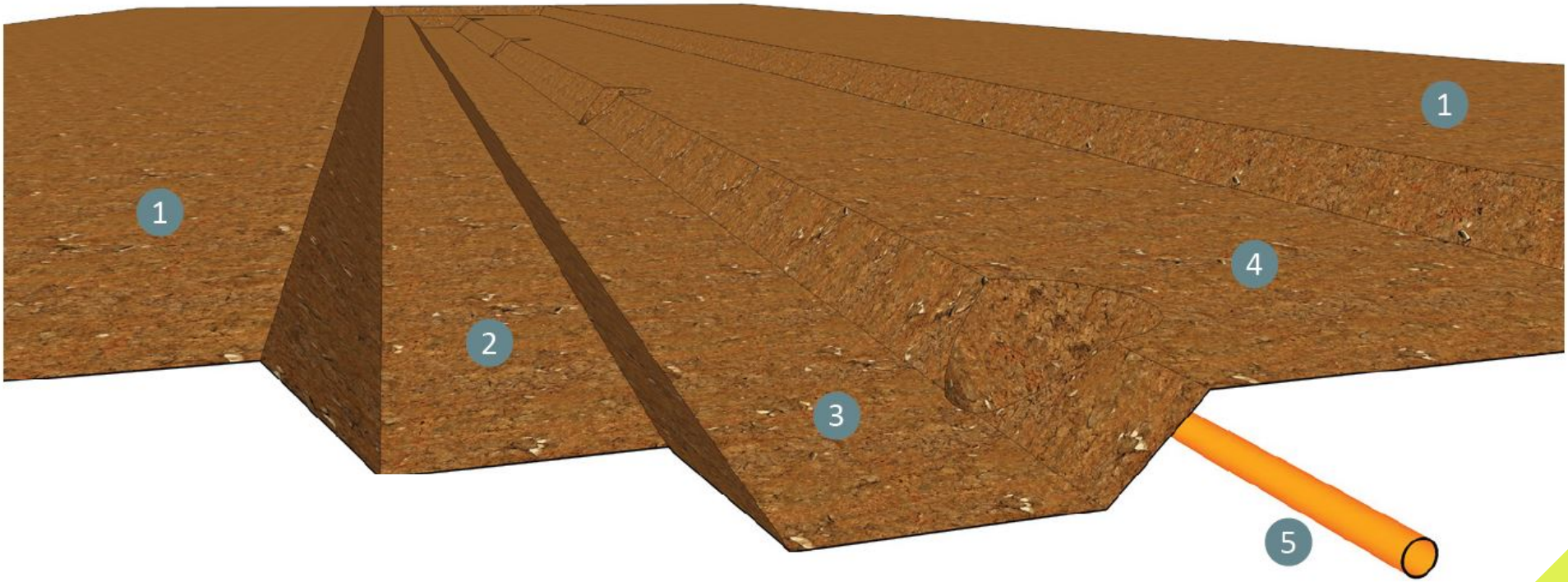
edge

Byggprocess- Generellt högre krav

1. Färdig kvartersnivå
2. Terrass gångyta (-0,5m)
3. Terrass BGG-system (-1,0 till 1,5m)
4. Terrass körfält (-0,8m)
5. Stamledning för dagvatten

Terrassbotten, dag- & spillvattenledning m.fl.

- **Schakt: CBB.112 alt. CBB.113**



edge

Styrningsbrunnar m.fl.

1. Styrningsbrunn
2. Rensbrunn för takvatten från kvartersmark

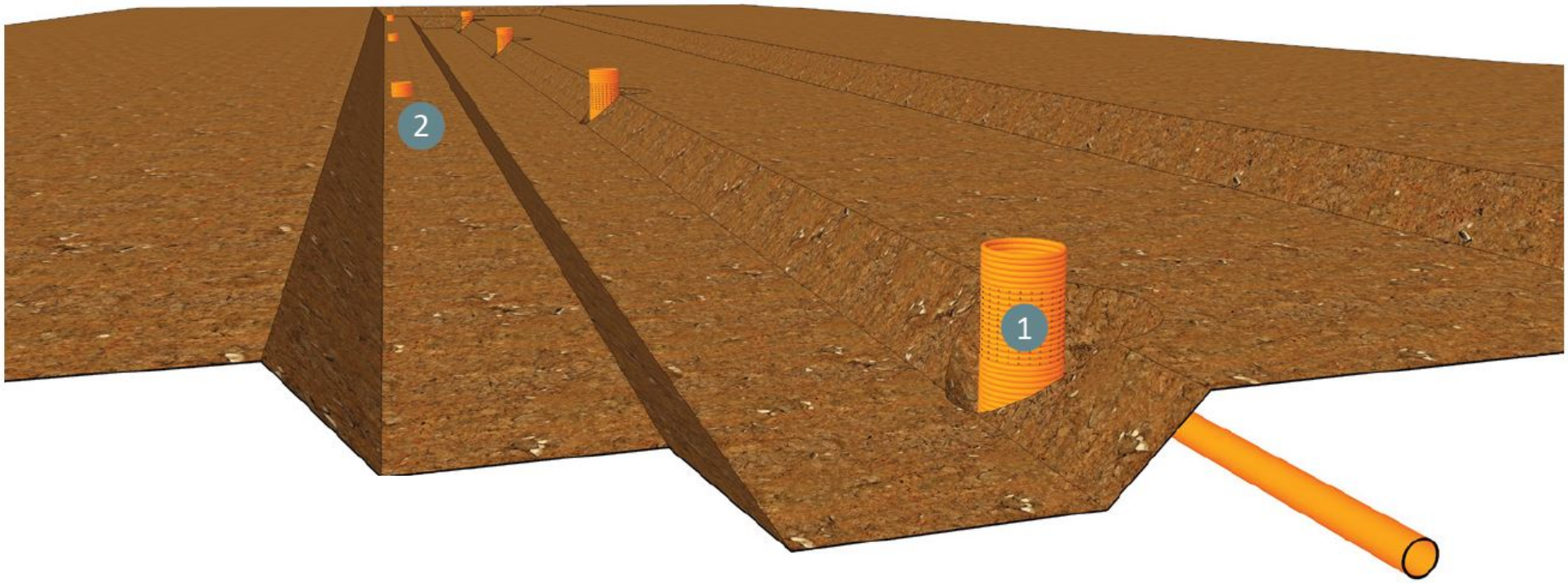


Illustration: Martin Vysoký, Edge

Rosendal, Uppsala

Rosendal, Uppsala

Eventuellt bentonitmatta, stenmjöl & fiberduk

Täta vid ledningsgenomföring mm
med bentonitmjöl.
Ej hög genomsläppliga områden

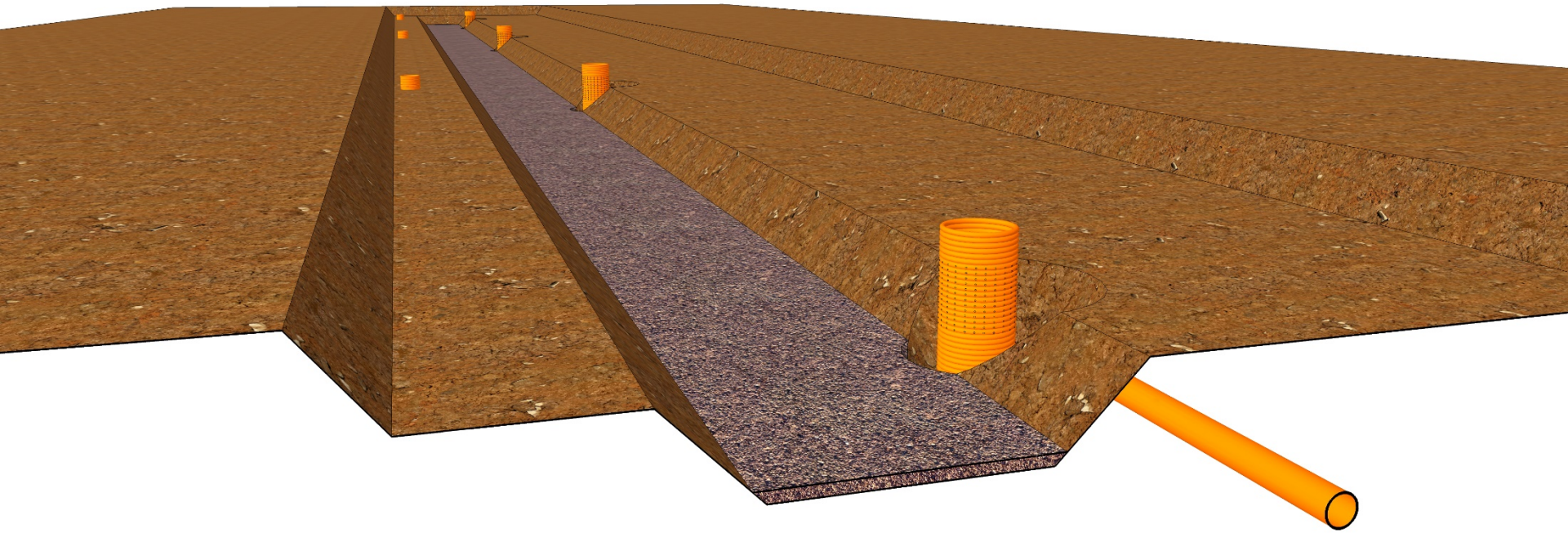


Illustration: Martin Vysoký, Edge

edge

Rosendal, Uppsala

1:a lager öppet förstärkningslager (32-63 mm)

Utlägges i lager av ≤ 300 mm

Sektioneringsvallar

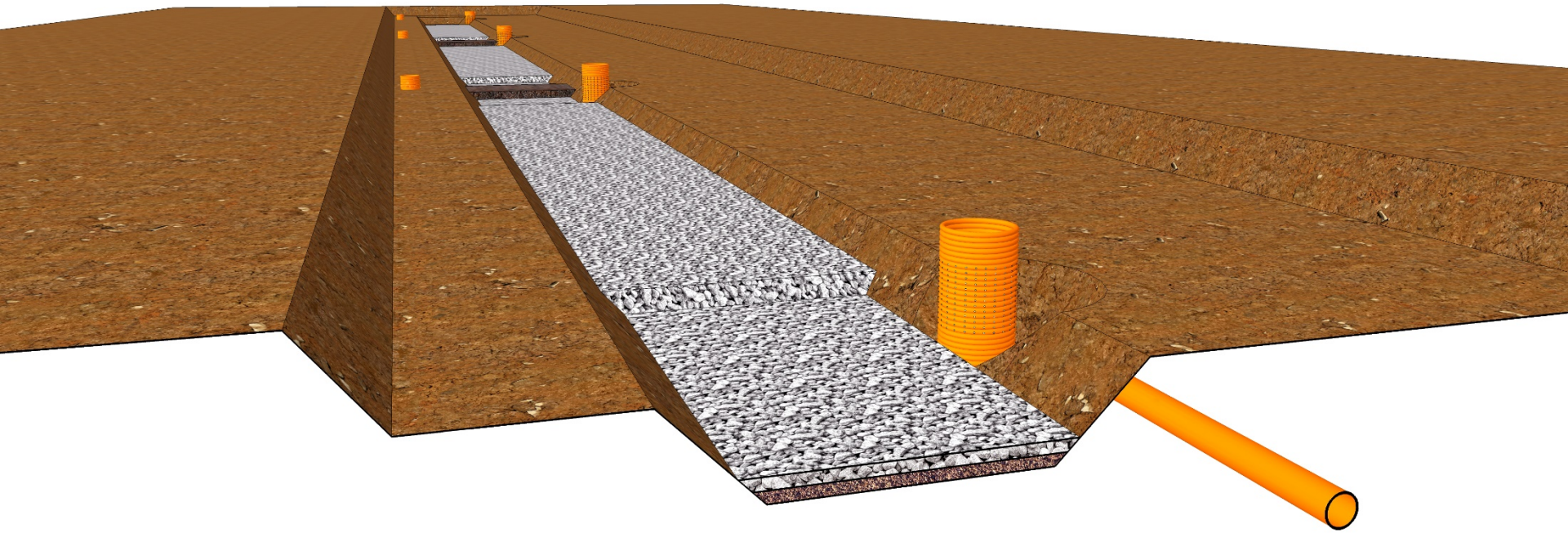


Illustration: Martin Vysoký, Edge

Exempel på makadam fraktioner

Öppet förstärkningslager:

Makadam 2-90 mm
Makadam 16-90 mm
Makadam 32-90 mm

Makadam 32-63 mm
Makadam 32-63 mm + biokol
Makadam 32-90 + biokol & kompost
(Pimpsten kan ersätta makadam där det bara ska vara växtbädd och dagvattenmagasin)

Undre växtsubstrat:

Makadam 8-16 mm + biokol & kompost

Spridnings- & tömningsledning (tunnlar)

Täta vid ledningsgenomföring mm med bentonitmjöl.

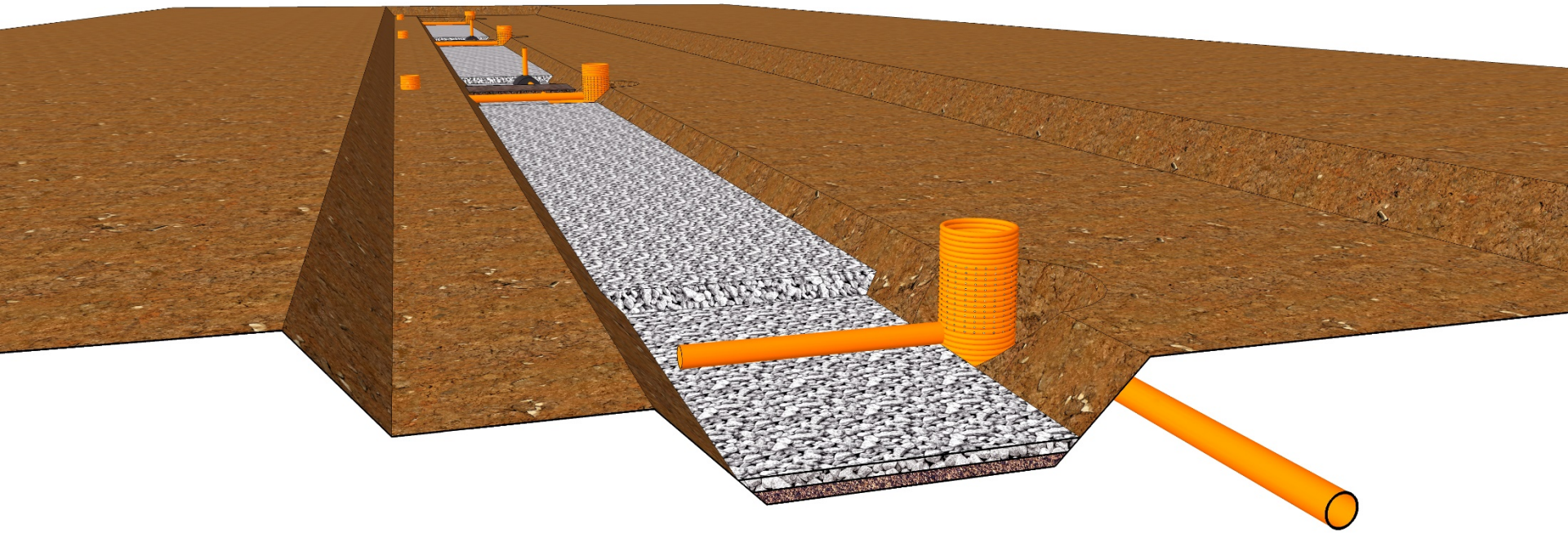


Illustration: Martin Vysoký, Edge

Spridnings- & tömningsledning (tunnlar)

Täta vid ledningsgenomföring mm med bentonitmjöl.

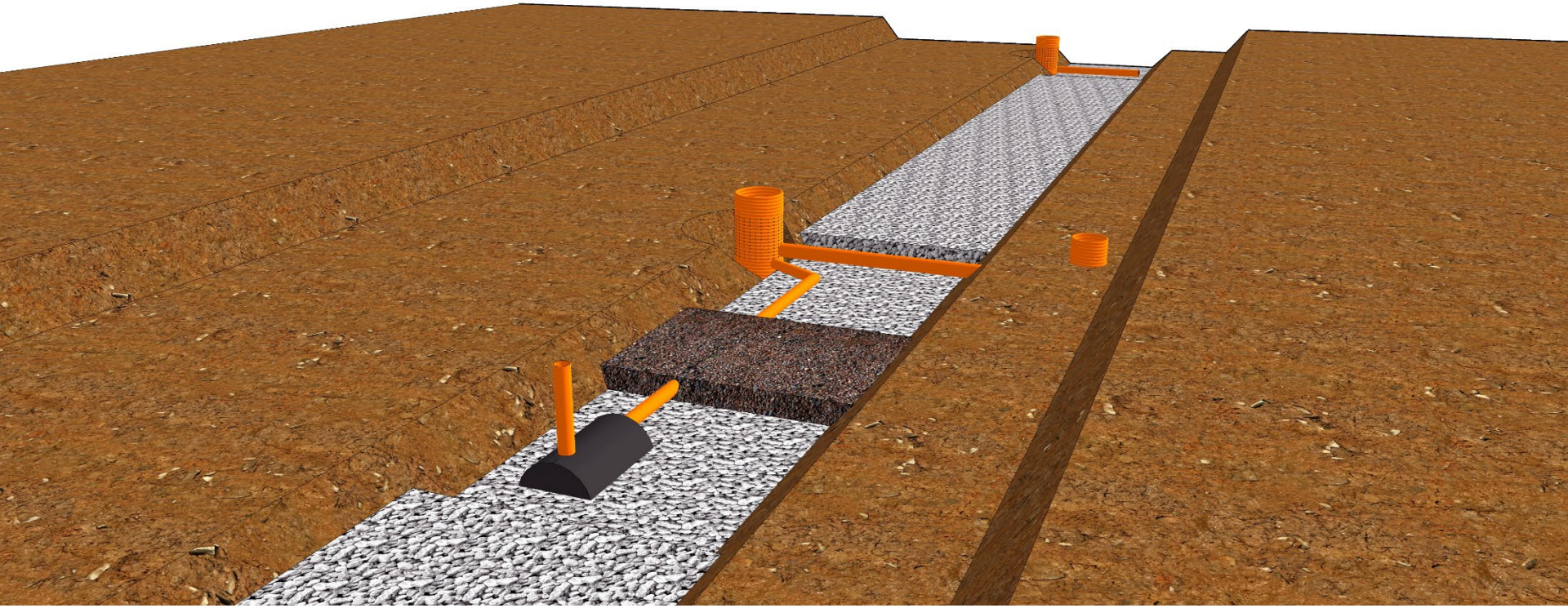
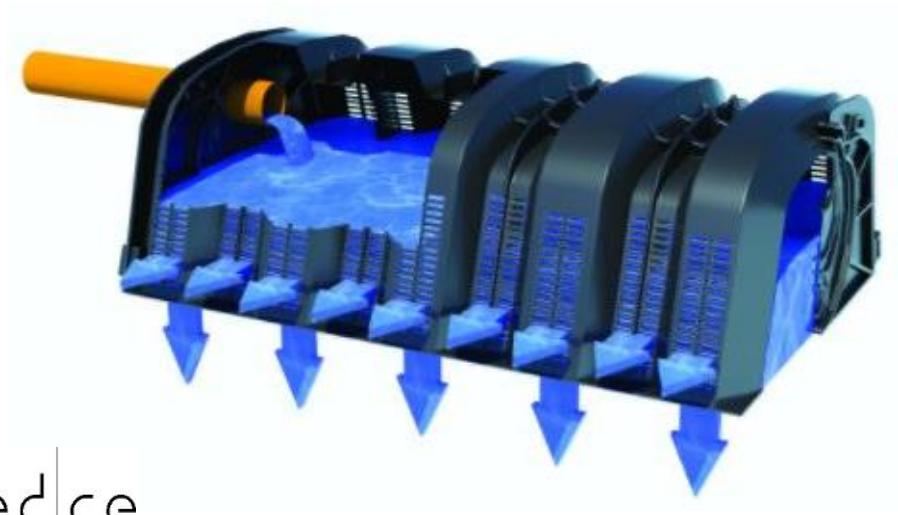


Illustration: Martin Vysoký, Edge

edge

Dagvattentunnel med spolningsmöjligheter



Spolning.

2:a lager öppet förstärkningslager inkl. biokol (32-63 mm)

Utlägges i lager av ≤ 300 mm

Sektioneringsvallar

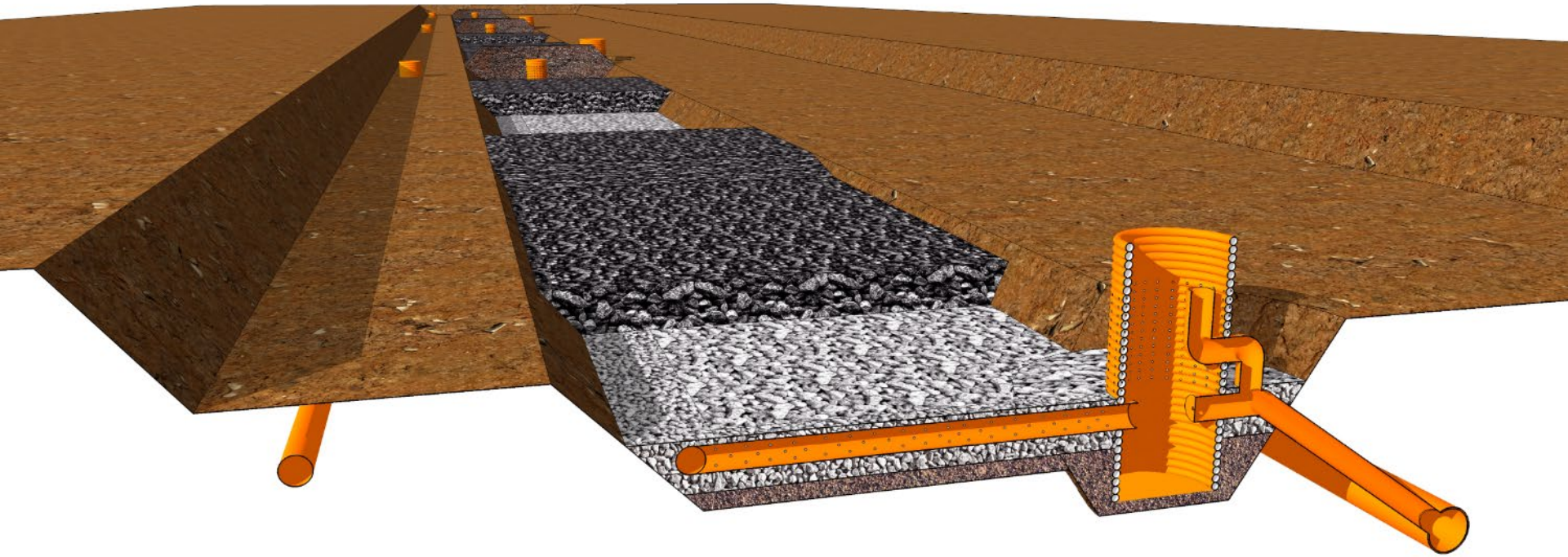


Illustration: Martin Vysoký, Edge

edge

edge

Konventionell överbyggnad anläggs

1. Förstärkningslager av samkross
2. Stråk med öppet förstärkningslager

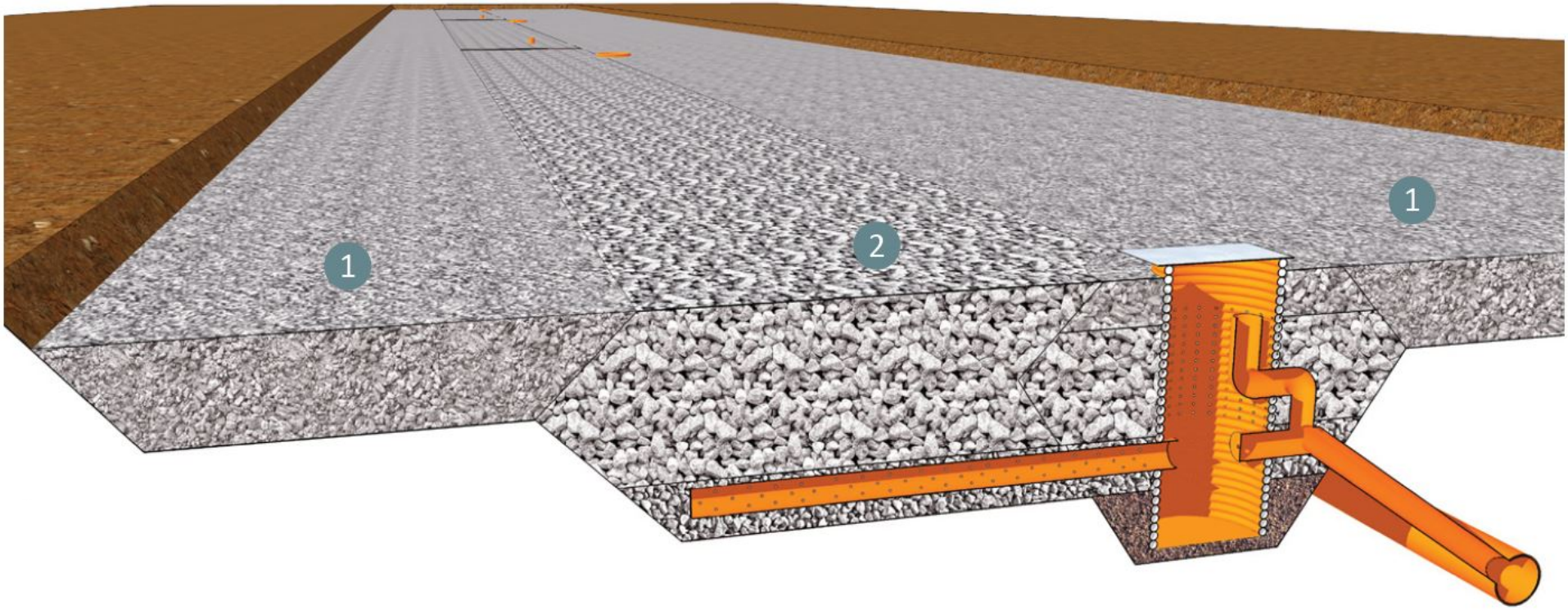


Illustration: Martin Vysoký, Edge

edge

AG – Färdig byggata

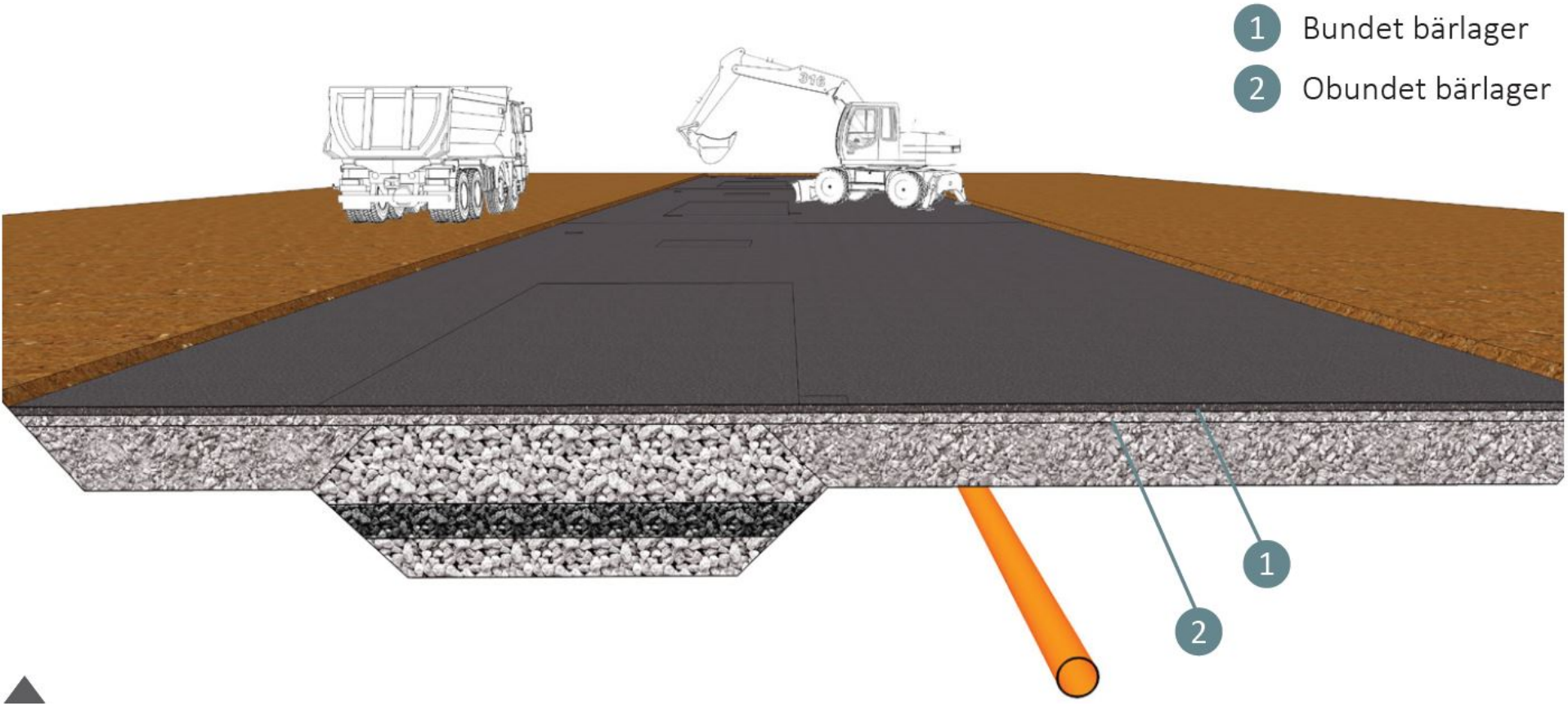


Illustration: Martin Vysoký, Edge

Schaktning efter typ av plantering

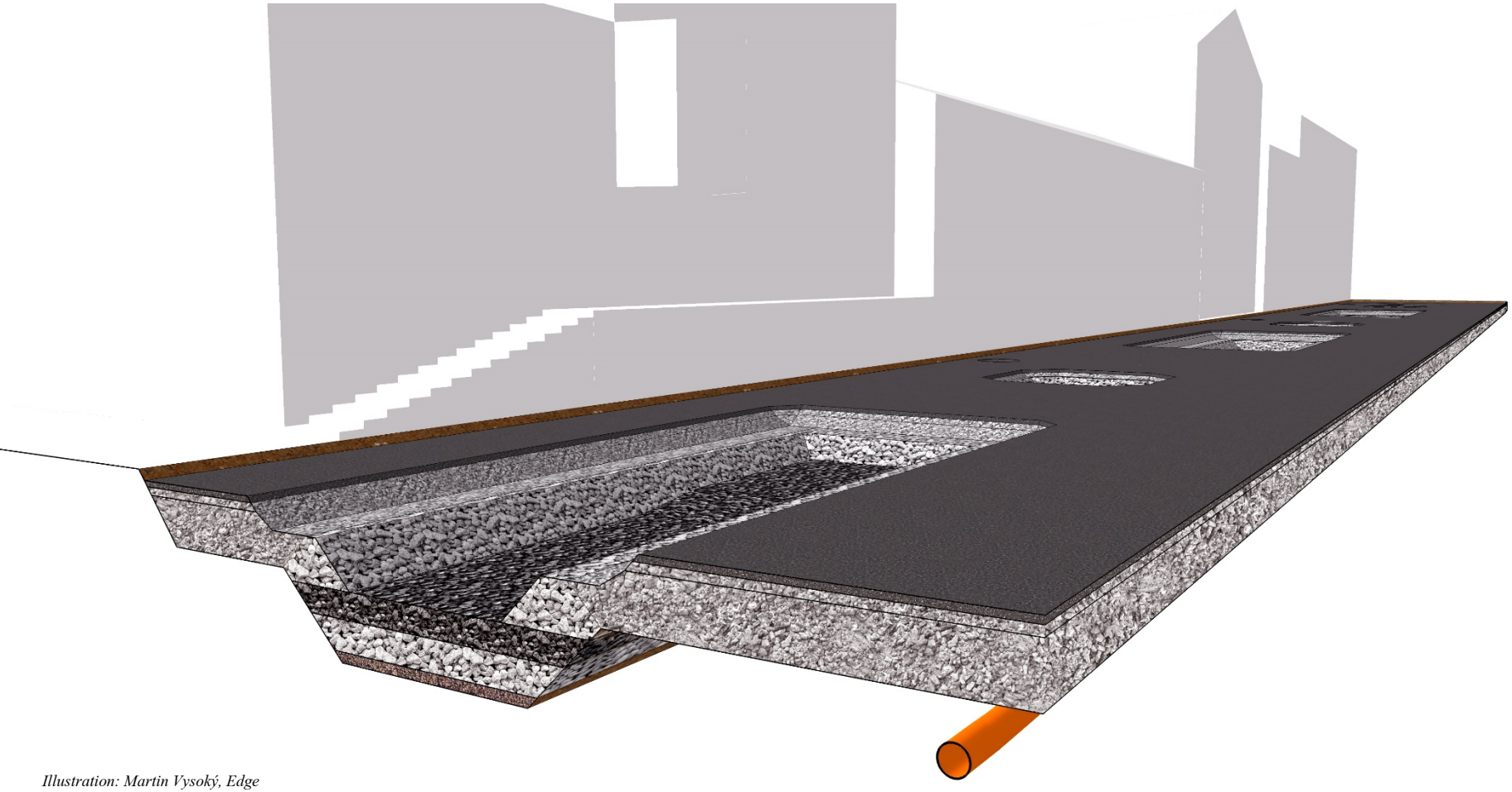
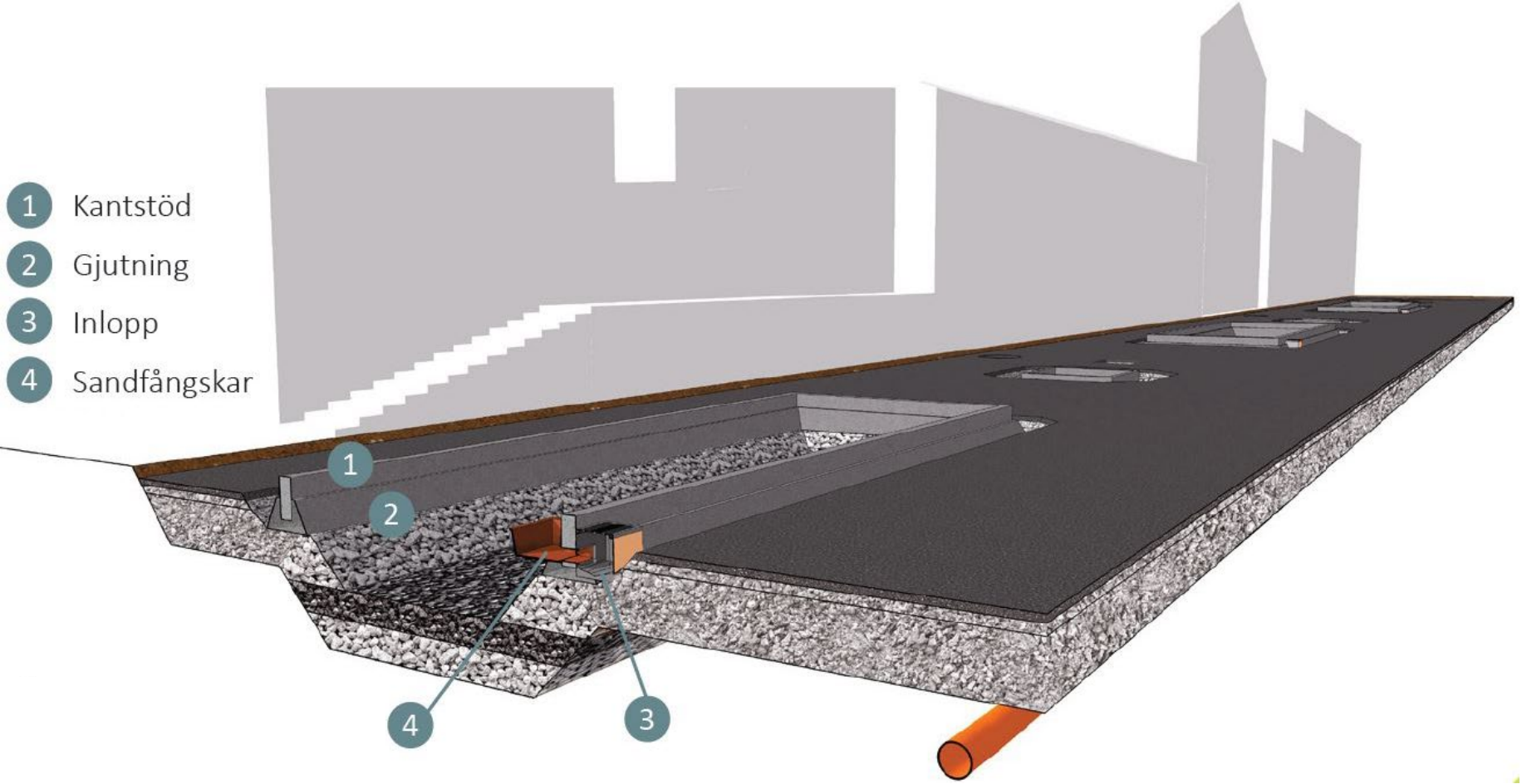


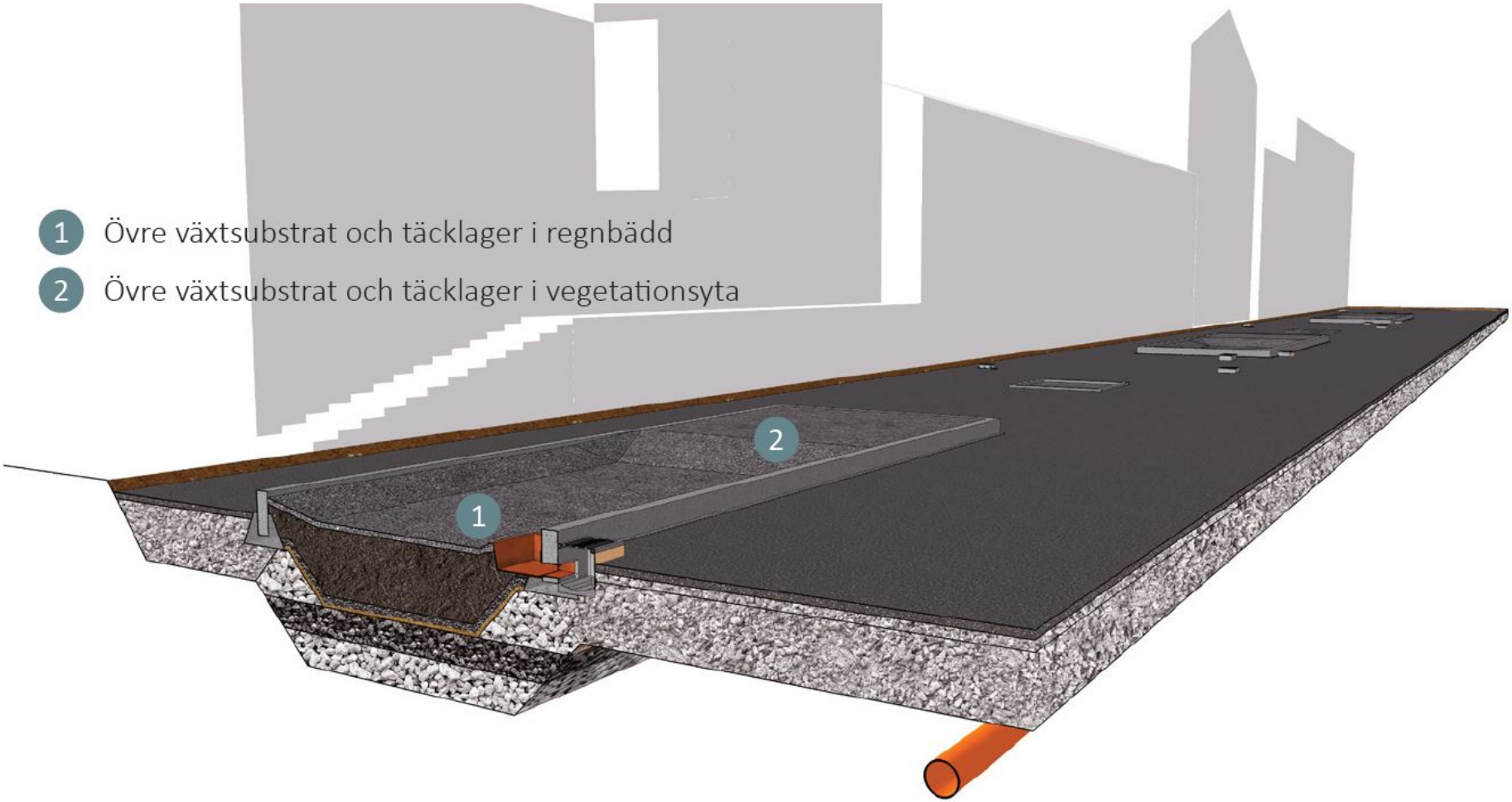
Illustration: Martin Vysoký, Edge

Kantsten & inloppsbetäckning & sandfångskar



edge

Växtsubstrat
OBS! täcklager efter plantering



Markbeläggning, plantering & täcklager

OBS! täcklager efter plantering

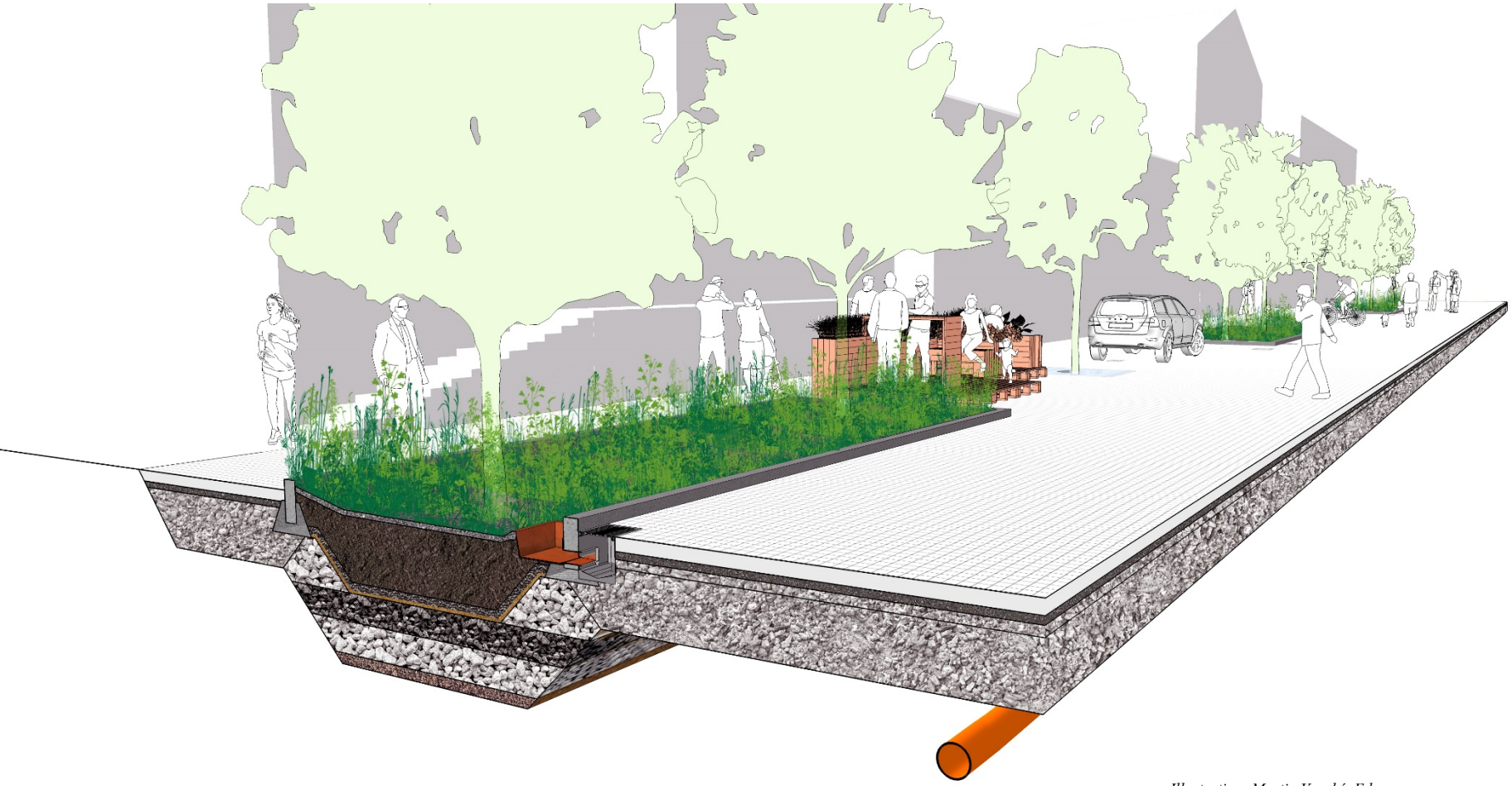
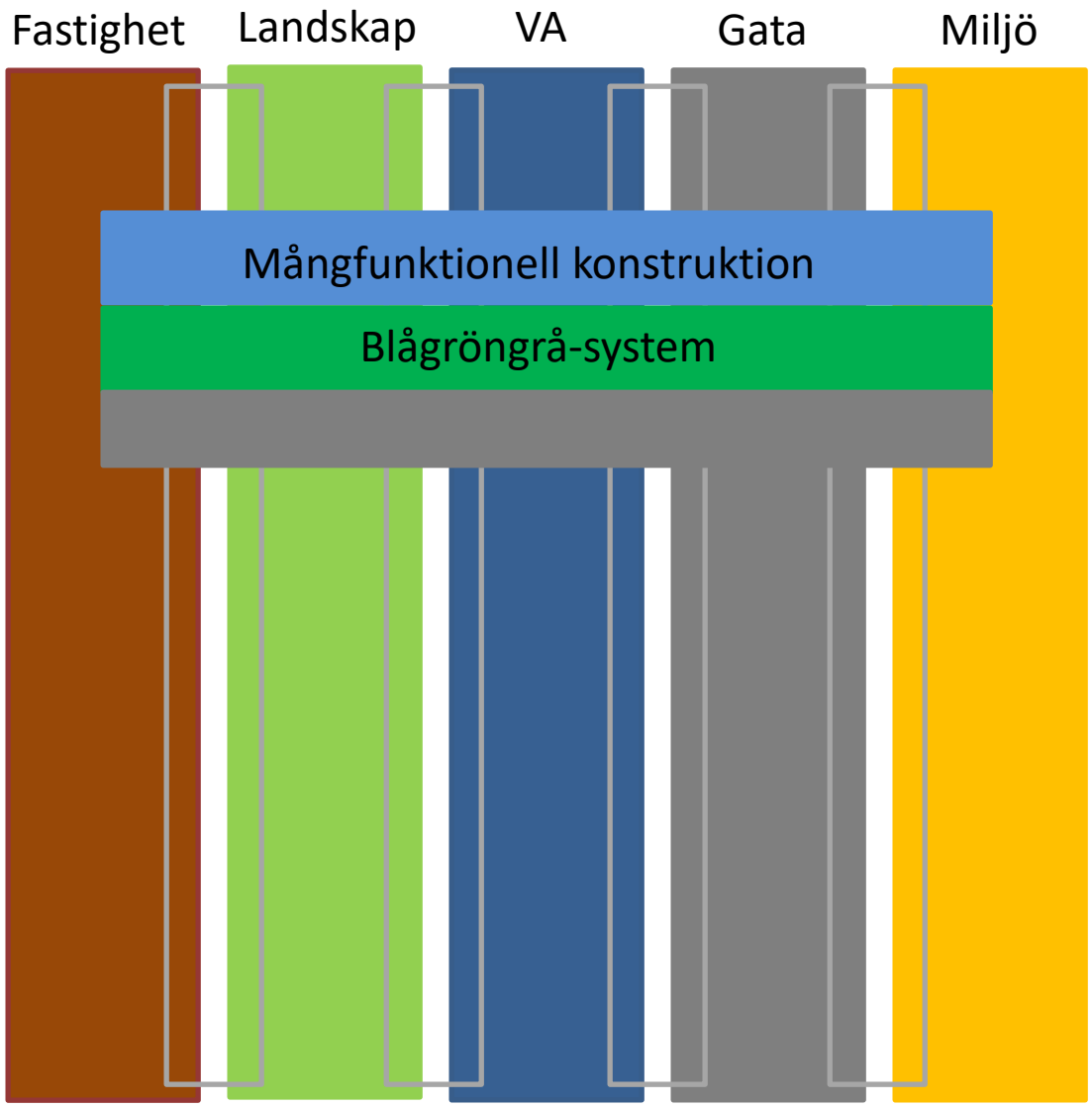


Illustration: Martin Vysoký, Edge

edge

Ekonomi & ansvar, kräver samarbete



Tillsyn, Drift & Underhåll

- Vid tillsyn kontrolleras anläggningens allmänna status, utseende och funktion. Extra uppmärksamhet riktas mot funktioner i inlopp och styrningsbrunn.

- Regnbädden är utformad så att en fylld fördröjningszon töms inom 6–12 timmar efter att tillflödet upphört.

- Att vattenspegel kvarstår 12–24 timmar efter att kraftigt regn kan tyda på att infiltrationskapaciteten börjat avta men ingen akut åtgärd behöver tas.

- Om vattenspegel kvarstår 24 timmar efter att kraftigt regn upphört ska beställaren underrättas för att ges möjlighet att utföra en detaljerad analys av systemet.

TRAVEL
sta TRAVEL
sta TRAVEL
Bunt um die Welt
jetzt buchen!
300 SHOPS
weltweit
30 JAHRE
ERFAHRUNG
REISEN FÜR WELTENTDECKER
HOTEL
ROYAL
ZH 2696

edge